

VÄRMEANVÄNDNING I FLER- BOSTADSHUS OCH LOKALER



Rapport | 2009:4



VÄRMEANVÄNDNING I FLERBOSTADSHUS OCH LOKALER

MATS ANDREASSON MARGARETHA BORGSTRÖM SVEN WERNER

FÖRORD

Det här är en genomgripande analys av SCB:s underlagsmaterial till den svenska energistatistiken för byggnader 2006 som har utförts inom projektet Fjärrvärmens Systemteknik, ett sammanhållet forskningsprojekt med flera delprojekt. Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn, som finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten. Fjärrsyn ska stärka konkurrenskraften för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik.

Fjärrvärmens Systemteknik pågår mellan 2006 och juni 2009 och har tre huvudinriktningar: framtida värmebehov, framtida konkurrenskraft samt vissa Europafrågor. Inom området framtida värmebehov ingår att samla information och göra analyser av hur kundernas värmebehov kommer att utvecklas i framtiden. Den här rapporten är en del i detta arbete genom att de befintliga värmebehoven i svenska flerbostadshus och lokaler har analyserats.

Gunnar Peters

Ordförande i Omvärldsrådet

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Svensk Fjärrvärme eller Fjärrsyns styrelse har tagit ställning till innehållet.

SAMMANFATTNING

Flerbostadshus och lokaler utgör 80 procent av kundunderlaget i de svenska fjärrvärmesystemen. Nivån på framtidens värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler kommer att ha ett starkt inflytande på fjärrvärmens framtida ekonomi och dess investeringsbehov. Som utgångspunkt för en planerad studie av framtida värmebehov har vi utfört en omfattande analys av dagens värmeanvändning. Underlaget utgjordes av anonymiserade enkätsvar till SCB:s energistatistik för flerbostadshus och lokaler avseende 2006. Enkäterna kom från 11253 fastigheter med totalt 77,6 miljoner m² bostads- och lokalyta. Med olika uppräkningsfaktorer har skattningar erhållits för hela Sveriges bestånd av flerbostadshus och lokaler på totalt 310 miljoner m², så enkätunderlaget var stort jämfört med det totala beståndet.

Värmeanvändningen analyserades med avseende på följande parametrar: fördelning, graddagar, byggår, ventilationssystem, genomförda besparingsåtgärder och samdrift mellan olika sätt för värmeförsörjning. En separat studie har genomförts av vad som kännetecknar hög- och låganvändare av värme. Kyl- och vattenanvändning har också analyserats.

Resultaten visar att de individuella variationerna var betydligt större än de systematiska förklaringarna från de analyserade parametrarna. Drygt 10 % procent av beståndet var höganvändare av värme, som använde mer än 200 kWh/m². Den genomsnittliga skillnaden i värmeanvändning mellan norra och södra Sverige var liten. I byggårsanalysen avvek inte miljonprogrammets årgångar dramatiskt, vilket ofta hävdas i den svenska energidebatten. FTX-system i flerbostadshus medförde i genomsnitt en lägre värmeanvändning med 11 kWh/m². Denna lilla skillnad indikerar att FTX-systemens värmeåtervinning bara har en årlig verkningsgrad på 20-30 procent. Funktionen är dock bättre i lokaler, där verkningsgraden för värmeåtervinning skattades till omkring 50 procent. Slutsatsen från analysen av genomförda besparingsåtgärder under de senaste 10 åren indikerade att det är eftersläntrare snarare än pionjärer som utförde åtgärderna. Dvs. det var främst höganvändare som blev medelanvändare efter genomförda åtgärder. Det fanns nästan 34000 värmepumparna installerade i flerbostadshus och lokaler. Hälften av dessa återfanns i byggnader som var anslutna till fjärrvärme. I samdrift dominerar dock användning av fjärrvärme, speciellt i flerbostadshusen.

Typiska höganvändare var byggnader i Västmanlands och Norrbottens län, bränsleanvändare, viss samdrift med el, kommunala lokaler samt liten fastighetsstorlek. Typiska låganvändare var byggnader i Halland, värmepumpar (men det berodde på metodfelet att enbart tillförd el användes som mått på energitillförsel), statliga lokaler samt stora fastighetsstorlekar.

Fjärrvärmeföretagen kan hjälpa sina kunder att identifiera sig som hög-, mellan- eller låganvändare, om kundregistren systematiskt kompletteras med uppgifter om bostads- och lokalytor. Värmeanvändningen över nivån 150 kWh/m² stod enbart för 13 procent bland flerbostadshusen och 14 procent bland lokalerna under 2006. Eliminering av fjärrvärmens höganvändare skulle således ge en begränsad, men signifikant reduktion av de totala värmeleveranserna.

Våra 6 övergripande slutsatser från projektet blev:

- Individuella variationer dominerar över systematiska orsaker till höga eller låga nivåer för den specifika användningen av värme i flerbostadshus och lokaler

- Några signifikanta systematiska orsaker har dock identifierats
- Det finns behov av lokal mätning av el till värmeändamål, av vatten som ska bli varmvatten samt av värmeproduktion från värmepumpar
- Fjärrvärmeföretagen skulle kunna hjälpa sina kunder att identifiera sig som hög-, mellan- eller låganvändare.
- Det finns på kort sikt en signifikant potential för lägre värmeanvändning i svenska flerbostadshus och lokaler
- Effektivisering av byggnaders värmebehov kommer troligen att vara den dominerande konkurrensutsättningen av fjärrvärme i framtiden

SUMMARY

Multi-family houses and service sector premises constitute 80 % of the customer stock in the Swedish district heating systems. The level of future heat use in these buildings will then have a strong influence on the future district heating economy and the corresponding investment demand. As a foundation for a planned study of future heat use, we have performed an extensive study of the current heat use for large buildings in Sweden. The input information for this study was the anonymous answers to the annual enquiry of energy use in multi-family houses and service sector premises regarding 2006. Answers were available from 11253 buildings having 77.6 million square meters of residential areas and premises. By using scale factors, estimations could be made for the whole country having 310 million square meters of multi-family houses and premises. Hence, the enquiry sample constituted a large share of the whole building stock.

The specific heat use was analysed by distribution, degree-days, construction year, ventilation system, performed conservation measures, and co-operation with other heat supply. A separate study was performed concerning high and low heat use buildings. The use of cold for cooling and water were also analysed.

The results show that the individual variations are much larger than the systematic explanations for the parameters analysed. Just above 10% of the building spaces were high users of heat (above 200 kWh/m²). The average difference between Northern and Southern Sweden was small, implying a small climatic impact in heat use. The time period between 1965 and 1974 containing the national million dwelling program did not show dramatically higher heat use in the construction year analysis. Installed heat recovery in the ventilation gave a reduction in heat use with 11 kWh/m² for multi-family houses. This small difference implies that the recovery efficiencies were only in average 20-30%. However, the heat recovery in service sector buildings was in average more efficient: About 50% in recovery efficiency. The conclusion from the conservation analysis is that the measures performed during the 10 years were done by late-comers rather than by early adopters, since the heat uses after measures in general correspond to the average level for all buildings. Out of 34000 heat pumps installed in the buildings, about half of them were installed in buildings connected to district heating. But when more the one heat supply exists, district heat supply dominates, especially in multi-family houses.

Typical users with high demands were buildings in the Västmanland and Norrbotten counties, fuel users, certain co-use with electricity, municipal premises, and small buildings. Typical users with low demands were buildings in the Halland county, heat pumps (but due to the systematic error of just accounting for the electricity supply to the heat pumps), state-owned buildings, and large buildings.

The district heating companies can help their customers by identification of them as users with high, normal or low demands. This can be accomplished by adding information about building space surfaces in the customer files. The heat use above the level 150 kWh/m² was only 13 % for the multi-family houses and 14 % for the premises. Complete elimination of high use of district heat would then only give a limited, but significant reduction of the total district heat supply.

Our 6 major conclusions from the project became:

- Individual variations dominate compared to systematic causes considering heat use in multi-family and service sector buildings.
- Some systematic causes were identified.
- A demand exists for more local measurements of electricity used for heating, the volume of water use for hot water.
- The district heating companies can help their customers to identify them as high, medium or low users of heat.
- On short term, a significant potential exists for lower heat use in the Swedish multi-family and service sector buildings.
- More efficient heat use in building will probably be the most important competitor to district heat supply in the future.

INNEHÅLL

Förord	4
Sammanfattning	5
Summary	7
Innehåll	9
Inledning	11
Metodfrågor och avgränsningar	15
Elanvändning utöver uppvärmning	17
Värmeanvändning	19
Total fördelning	19
Graddagar	23
Byggår	25
Ventilationssystem	27
Specifik värmeanvändning med och utan FTX	29
Besparingsåtgärder	31
Genomsnittlig värmeanvändning efter besparingsåtgärd	33
Besparingsåtgärdernas signifikans	34
Kombinationer av värmeförsörjning	37
Hög- och låganvändare av värme	39
Län	39
Byggår	41
Tillförselsätt	44
Ägarkategori	47
Byggnadsstorlek	49
Sammanfattande slutsatser för hög- och låganvändare	50
Kylanvändning	51
Vattenanvändning	53
Byggår	53
Samvariation mellan kallvatten- och värmeanvändning	55
Varmvattenandel	58
Svar på de 14 forskningsfrågorna	60
Slutsatser och förslag	62
Betydande individuell variation	62
Systematiska orsaker	62
Behov av lokal energimätning	62
Metoder att hitta ineffektiv uppvärmning	63
Konsekvenser för framtida användning av fjärrvärme	63
Referenser	64
Appendix: Information om förekomst av olika ventilationssystem under 2006.	66

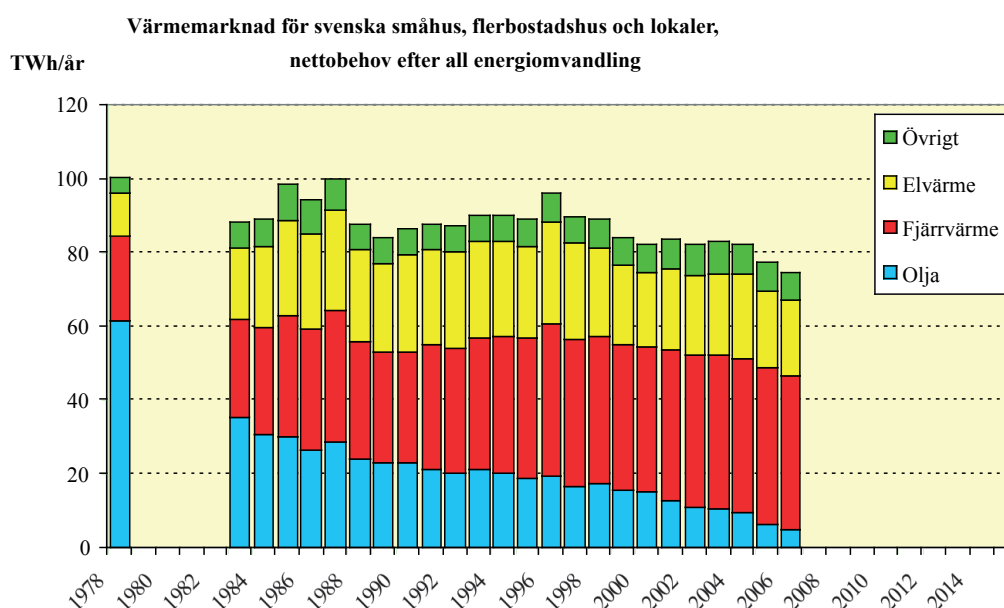
INLEDNING

Statistiska Centralbyrån (SCB) ger sedan slutet av 70-talet årligen ut rapporter om energistatistik för flerbostadshus, lokaler och småhus. Dessa tidsserier är internationellt unika och ger en mycket god möjlighet till att följa värmeförbrukningens sammansättning för de svenska byggnaderna under de senaste 30 åren. Tidsserierna ger ett utmärkt underlag för analyser för en effektivisering av Sveriges byggnader för att erhålla lägre primärenergiförbrukning, högre energieffektivitet och lägre koldioxidutsläpp.

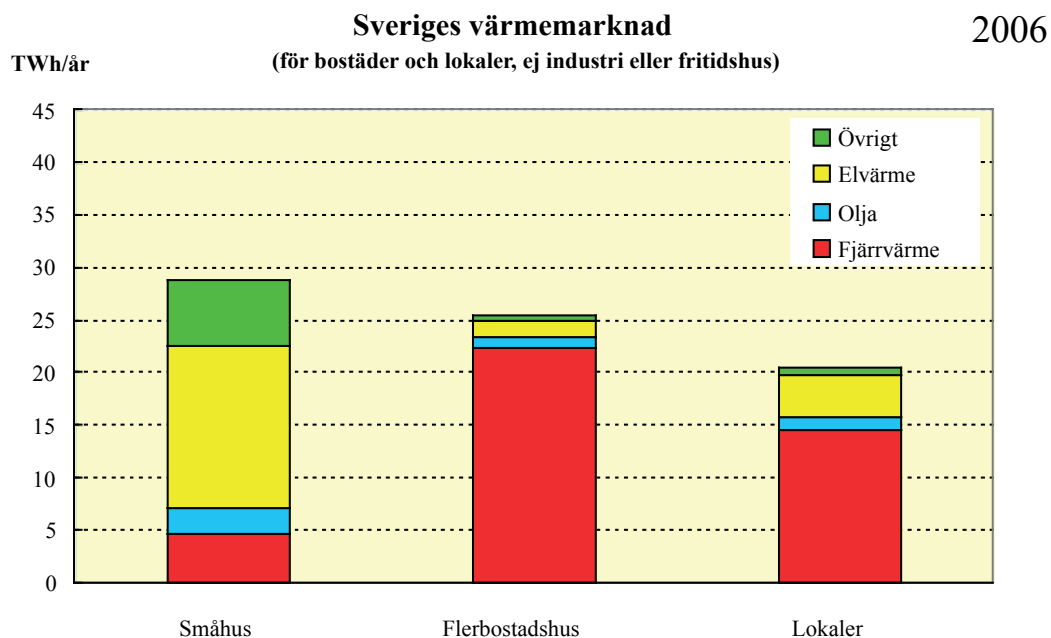
I Figur 1 redovisas hur den totala värmeanvändningen har utvecklats sedan 1978. Figuren visar att totalanvändningen faktiskt har minskat fast det har tillkommit fler byggnader. En del av minskningen under senare år kan dock hänföras till ett av de två principiella metodfel som SCB-statistiken är behäftad med. Det är att byggnadsanknutna värmepumpar redovisas med tillförd el och inte med värme producerad i värmepumparna. Metodfelet har medfört att fler värmepumpar (i främst villor) under senare år givit en numeriskt lägre energiförbrukning. Det är svårt att korrigera för detta metodfel, då det saknas bra erfarenhetsdata om värmepumparnas värmefaktorer och täckningsgrader.

Det andra metodfelet i SCB-statistiken är att energiinnehållet i använda bränslen används som mått på energiförbrukning. Det hade varit mer korrekt att skatta verkningsgraderna i pannorna och därigenom skatta värmeproduktionen. Då hade energiförbrukningen från bränslen varit jämförbar med tillförd fjärrvärme och el. Figur 1 och Figur 2 är dock korrekterade för detta andra metodfel genom att antagna verkningsgrader har använts när bränslen används direkt i byggnaderna.

Figur 2 visar att fjärrvärmen idag har en dominerande ställning, speciellt i flerbostadshus och lokaler. Vad som sker med värmeanvändningen i dessa byggnader under de närmaste åren kommer att påverka framtida investeringar och värmeförsäljning

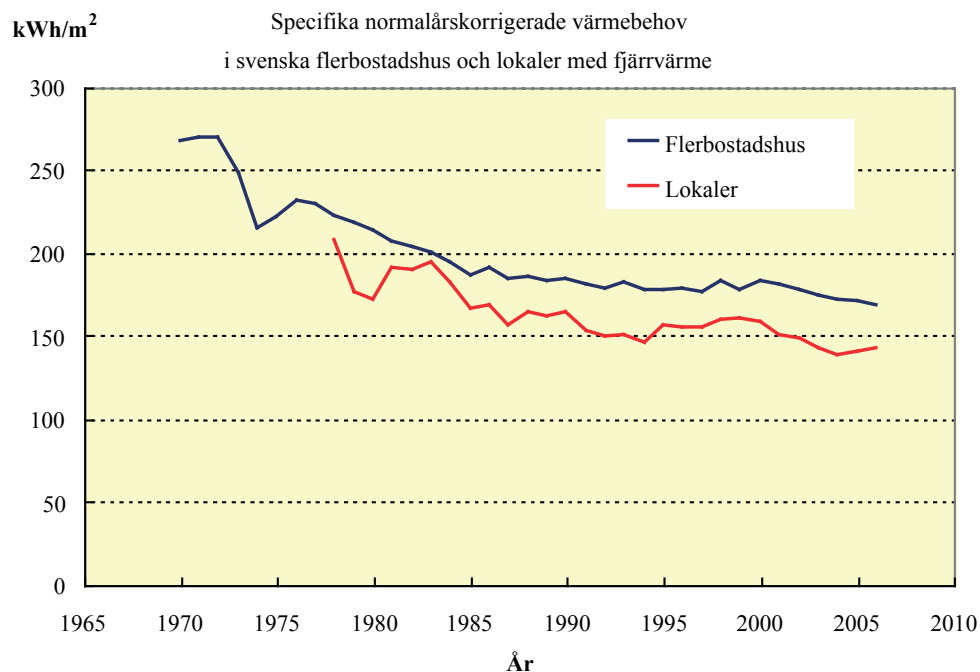


Figur 1. Utvecklingen av värmeförbrukning till svenska byggnader med bostäder och lokaler sedan 1978. Källa: (SCB 2007c) och dess föregångare med egna bearbetningar.



Figur 2. Värmetillförsel till svenska småhus, flerbostadshus och lokaler under 2006.

Källa: (SCB 2007c) med egna bearbetningar.



Figur 3. Utvecklingen av specifik värmeanvändning för flerbostadshus från 1970 och lokaler från 1978. Energistatistiken för flerbostadshus är dock bara tillgänglig sedan 1976, därför har en annan tidsserie för Hässelby fjärrvärmesystem använts för åren 1970-1975. Denna kompletterande tidsserie kommer från underlaget till (Werner 1984).

i fjärrvärmesystemen. Dessutom tillkommer lägre framtida värmeleveranser från ett mildare klimat i Sverige som ett resultat av en förändrad växthuseffekt. Olja som uppvärmningssätt kommer troligen att vara borta om några år till förmån för fjärrvärme, värmepumpar och pellets.

Av Figur 3 framgår att de specifika värmebehoven för flerbostadshus och lokaler har sjunkit betydligt sedan åren före den första oljekrisen på 70-talet. De sjönk under slutet av 70-talet och början av 80-talet som en följd av de energihushållningsåtgärder som då genomfördes, delvis med statliga investeringsbidrag. Det blev ingen större förändring av de specifika värmebehoven mellan 1985 och 2000. Energifpriserna var då generellt sett låga och oförändrade, så få energihushållningsåtgärder genomfördes under denna tidsperiod. Högre energipriser efter 2000, med ett ökat fokus på energihushållning, har dock på nytt sänkt de specifika värmebehoven. Sammantaget har detta medfört att de specifika värmebehoven i flerbostadshusen i medeltal var 38 procent lägre under 2006 än under 1972.

Huvudsyftet med detta projekt har varit att definiera ett utgångsläge för en planerad studie av framtida värmebehov i de svenska fjärrvärmesystemen. Den stora övergripande marknadsfrågan för de svenska fjärrvärmesystemen är ju hur de anslutna byggnadernas specifika värmebehov kommer att utvecklas under de närmaste decennierna. Därför har denna rapport huvudfokus på flerbostadshus och lokaler, där fjärrvärme har mycket höga marknadsandelar, 88 respektive 70 procent.

Arbetsmetoden har varit att komplettera den befintliga rapporteringen i (SCB 2007a) och (SCB 2007b) med en mer utvecklad analys om fördelningar och systematiska förklaringar till höga värmeanvändningar. Generellt sett har vi därför undvikit att repetera information om genomsnittlig användning som återfinns i dessa två statistikrapporter från SCB. Det kan därför vara bra att ha SCB:s rapporter tillgängliga som ett komplement, när denna rapport läses.

Vi vill också påpeka att detta är bred analysstudie för att översiktligt fånga upp många olika slutsatser i samma rapport. Underlaget gör det dock möjligt att gå på djupet i många detaljerade frågeställningar, men det har vi avstått ifrån.

Utifrån den övergripande marknadsfrågan och det tillgängliga underlagsmaterialet har följande 14 forskningsfrågor definierats:

1. Hur mycket el drar byggnader i förhållande till värmeanvändningen?
2. Vilken fördelning finns för de specifika värmebehoven idag?
3. Hur inverkar klimatet på hur de specifika värmebehoven varierar?
4. Vilken inverkan har byggåret på värmeanvändningen?
5. Vilka ventilationssystem finns installerade?
6. Hur varierar värmeanvändningen med installerade ventilationssystem?
7. Vilken reduktion av värmeanvändningen ger FTX upphov till?
8. I vilken utsträckning har energibesparande åtgärder genomförts i byggnadsbeståndet?
9. Vilken användningsnivå har de byggnader vari energibesparande åtgärder har genomförts under senare år?

10. Vilken värmeanvändning har byggnader som har flera olika typer av värmeförsörjning?
11. Vad kännetecknar hög- och låganvändare av värme?
12. Vilka kylbehov finns idag och vilken är förekomsten av komfortkyla?
13. Varierar vattenanvändningen med byggår?
14. Hur betydelsefull är varmvattenanvändningen i byggnadernas värmebehov?

Våra svar på dessa 14 forskningsfrågor ges i slutet av rapporten.

METODFRÅGOR OCH AVGRÄNSNINGAR

Källmaterialet till detta projekt utgörs av sammanställda och anonymiserade enkätsvar från SCB:s enkäter, som utgjorde grunden för energistatistiken för flerbostadshus (SCB 2007a) och för lokaler (SCB 2007b) avseende 2006 års användning. Detaljerad information om hur datamaterialet insamlades och enkäternas utformning återfinns i (SCB 2007a) och (SCB 2007b). Underlagen erhöles efter en förfrågan till och prövning av SCB.

För flerbostadshus fanns 68 parametrar tillgängliga för 5132 fastigheter, medan 59 parametrar var tillgängliga för 6121 lokalfastigheter. Total skattning för landet är 78500 fastigheter med flerbostadshus och 51500 lokalfastigheter. Detta betyder att de besvarande enkäterna motsvarar 7 procent respektive 12 procent av totalpopulationerna med avseende på antal fastigheter.

Databaserna är uppdelade i flera olika undergrupper (strata) för att få ett representativt urval för hela landet. För varje strata finns en uppräkningsfaktor, som gör det möjligt att göra nationella skattningar med underlaget. Det finns totalt 107 strata för flerbostadshusen och 21 för lokalerna, varav 6 strata är totalundersökningar, som då alla hade en uppräkningsfaktor på 1. Även i detta avseende återfinns en mer detaljerad bakgrundsinformation i (SCB 2007a) och (SCB 2007b). Vi har använt oss av uppräkningsfaktorerna för att så ofta som möjligt kunna göra nationella skattningar.

Med uppräkningsfaktorerna erhålls de totala ytorna 179,3 miljoner m² för flerbostadshusen och 130,7 miljoner m² för lokalerna. Utan uppräkningsfaktorer bildar underlagen ytorna 35,9 respektive 41,7 miljoner m², vilket innebär att underlagen motsvarar 20 % respektive 32 % av totalpopulationen med avseende på total använd yta. Detta betyder att stora byggnader är överrepresenterade i underlaget, då dessa ytandelar är högre än ovanstående antalsandelar.

Använt areabegrepp ska genomgående vara bostadsyta (BOA) och lokalyta (LOA) enligt SCB:s två statistikrapporter. Detta betyder att verklig uppvärmd area är större, då trapphus och andra gemensamma utrymmen inte ingår i BOA och LOA. Detta val av areabegrepp ger då något högre specifika värmeanvändningar jämfört om verkligt uppvärmd area hade använts.

I denna rapport har vi fokuserat på total värmeanvändning. Det finns i enkäterna även frågor om användning av driftel, men underlaget verkar i detta avseende vara bristfälligt, varför vi har starkt begränsat redovisningen av elanvändning utöver el till uppvärmning. Därför saknas också en övergripande analys av den totala energianvändningen i flerbostadshus och lokaler.

I inledningen nämndes de två metodfelen i SCB-redovisningen. Enbart tillförd el till värmepumpar och bränslenas energiinnehåll före energiomvandling används som mått på energianvändning för uppvärmning. Detta betyder att total värmeanvändning redovisas som summan av olika steg i försörjningskedjan från primärenergi till använd värme i byggnaderna. Vi anser detta vara en principiellt felaktig summering av "äpplen och päron". Vi har behandlat de två metodfelen på följande sätt:

- Vi har inte genomfört någon korrigering av det första metodfelet avseende värmepumpar. Tyvärr finns ingen information om värmepumparnas elanvändning eller värmeproduktion. Det finns bara information om antal värmepumpar per

fastighet, varför bara eltillförseln till värmepumparna bokförs som tillförd energi. Det hade varit betydligt bättre om värmepumparnas värmeproduktion hade varit möjlig att skatta.

- Avseende det andra metodfelet, så har vi infört en gemensam verkningsgrad för alla bränslen på 85 %. Totalt har hänsyn till bränsleanvändningens verkningsgrad givit en något lägre värmertilförsel för landet som helhet. Med denna korrigering sjönk total tillförsel för flerbostadshusen från 27954 till 27691 GWh, medan sänkningen för lokalerna blev från 17916 till 17559 GWh.

Alla redovisade mängder av värmertilförsel avser verkliga leveranser under 2006, dvs. ingen normalårskorrigering har utförts vid analyserna i denna rapport. Det Sverige-viktade medelvärdet för antal graddagar var 3310 för flerbostadshusen och 3339 för lokalerna, vilket innebär att 2006 var drygt 10 % varmare än normalåret för perioden 1970-2000.

Enkäterna till flerbostadshus och lokaler innehöll frågor om användningen av kyla. Vi har dock begränsat kylanalysen till lokaler då kylanvändningen i flerbostadshus är mycket begränsad.

Det finns ingen full uppsättning av värden för alla variabler i källmaterialet. Detta gäller speciellt när det gäller variabler där mätvärden från byggnaderna saknas. Ibland har dock förvaltarna fyllt i uppgifter när mätvärden saknas och då speglar uppgivna svar mer förvaltarens uppfattning än en korrekt beskrivning av verkligheten. Detta gäller t ex den andel kallvatten som går till varmvattenberedning.

Utöver saknad information har också vissa orimliga värden sorterats bort av oss i olika analyser. T ex har vi infört en övre gräns på en rimlig specifik värmeanvändning på 400 kWh/m². Vi har dock inte tillämpat någon gräns för orimligt låg specifik värmeanvändning.

Bortfall av värden har medfört att det inte finns en full uppsättning av objekt för varje delanalys. Vi redovisar därför genomgående antal objekt som delanalysen är baserad på. Respektive antal ska således relateras till den fulla uppsättningen av objekt som var 5132 flerbostadshus och 6121 lokaler. Efter bortsortering pga. orimligt höga specifika värmeanvändningar, så sjönk antal objekt till 5111 för flerbostadshusen och 6041 för lokalerna.

I Tabell 1 redovisas en sammanställning över vilka specifika värmeanvändningar som erhöles från de tre olika uppsättningarna av indata.

Tabell 1. Översikt över de tre olika uppsättningarna av skattningar av medelvärden för de specifika värmeanvändningarna för dels flerbostadshus och dels lokaler.

	Flerbostadshus			Lokaler		
	Total leverans, GWh	Bostadsytor, milj m ²	Specifik värmeanvändning, kWh/m ²	Total leverans, GWh	Lokalytor, milj m ²	Specifik värmeanvändning, kWh/m ²
Originalinformation från SCB	27954	179,3	155,9	17916	130,7	137,1
Korrigering till värme efter pannor	27691	179,3	154,4	17559	130,7	134,3
Korrigering med hänsyn till orimliga specifika värmeanvändningar	27225	178,8	152,3	17170	129,9	132,2

ELANVÄNDNING UTÖVER UPPVÄRMNING

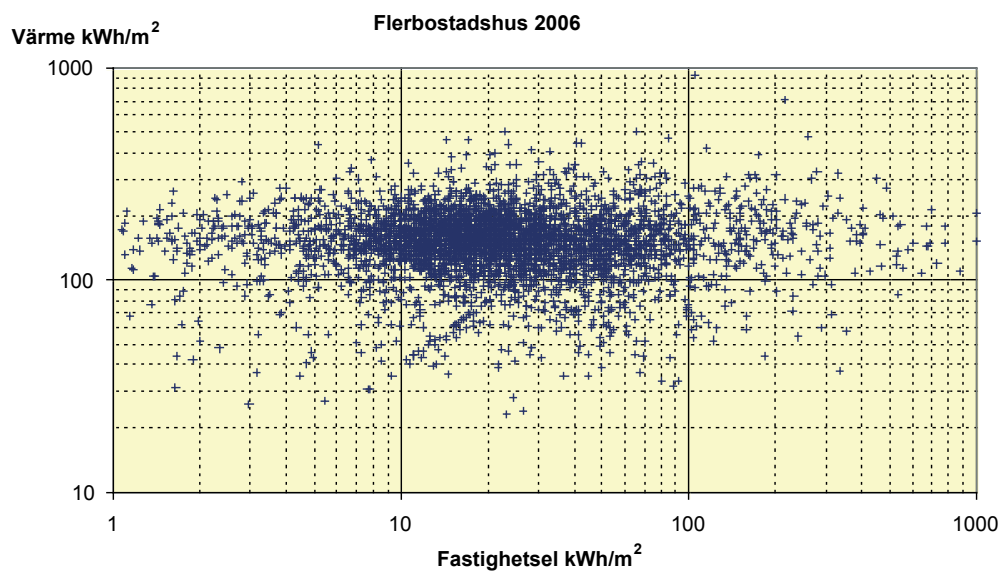
Kombinationerna av elanvändning och värmeanvändning för varje objekt redovisas i Figur 4 för flerbostadshusen och Figur 5 för lokalerna. Från figurerna kan följande slutsatser dras:

- Spridningen är betydligt större i elanvändning än i värmeanvändning. Högsta elanvändning är i storleksordning 1000 gånger större än lägsta användning. För värmeanvändningen gäller att högsta värmeanvändning är 20-50 gånger högre än lägsta.
- Det välkända faktumet att den specifika elanvändningen i lokaler är högre än i flerbostadshus kan bekräftas.
- När elanvändningen till lokaler inte är fördelad mellan uppvärmning och driftel, så har SCB antagit att 80 % avser uppvärmning och resten avser driftel. Detta antagande kan identifieras som en systematisk ansamling av objekt utefter en rät linje i Figur 5.

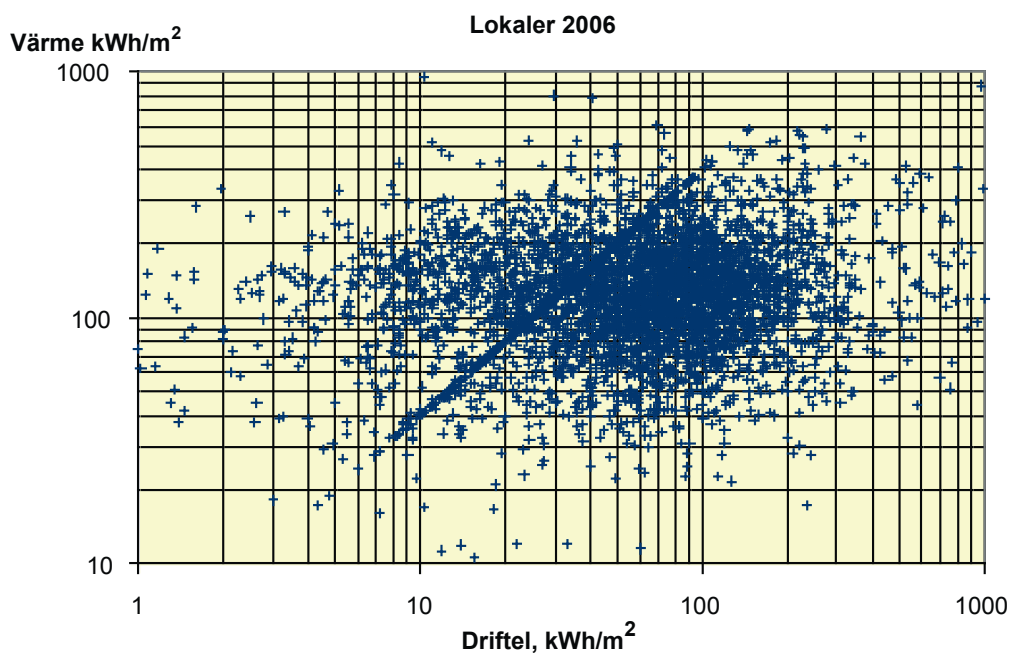
Efter att noterat den stora spridningen i elanvändningen, så gick vi tillbaka till källmaterialet och identifierade några tänkbara feltyper. Vår genomgång gav följande iakttagelser:

- Vissa uppgiftslämnare kan ha uppgivit antal kWh istället för efterfrågade antal MWh, vilket har givit en faktor 1000 för hög elanvändning.
- Driftel inkluderar ibland el till uppvärmning och ibland inte.
- Det är möjligt att man uppgivit aktuell mätarställning istället för skillnad relativt föregående års mätarställning.
- I många enkätsvar saknas uppgifter om elanvändning.

Sammantaget medförde dessa förmodade kvalitetsbrister att vi avstod från att närmare analysera elanvändningen och total energianvändning som vi hade planerat för i detta projekt. Detta ställningstagande innebär ingen kritik mot SCB:s utvärdering. Orsaken till den låga kvaliteten på elanvändning är ju att det ofta saknas undermätare som mäter olika sorts elanvändning i byggnaderna. Frågorna i enkäterna är relevanta, men det saknas relevanta svar från byggnadernas förvaltare, då verkliga mätvärden saknas.



Figur 4. Samvariation mellan värme- och elanvändning för flerbostadshus. Urval: Uppgiven elanvändning, vilket gav 4257 objekt. Lägenhetsel till hyresgäster ingår ej.



Figur 5. Samvariation mellan värme- och elanvändning för lokaler. Urval: Uppgiven elanvändning, vilket gav 4644 objekt.

VÄRMEANVÄNDNING

Den specifika värmeanvändningen finns tillgänglig för alla objekten för såväl flerbostadshus och lokaler. Om objektens byggnadsyta eller tillförd värmemängd har saknats, så har SCB antagit att den specifika värmeanvändningen är lika med medelvärdet i respektive strata.

I detta kapitel redovisas analyser av den specifika värmeanvändningen med avseende på:

- Total fördelning
- Graddagar
- Byggår
- Ventilationssystem
- Besparingsåtgärder
- Kombinationer med annan värmetillförsel

Total fördelning

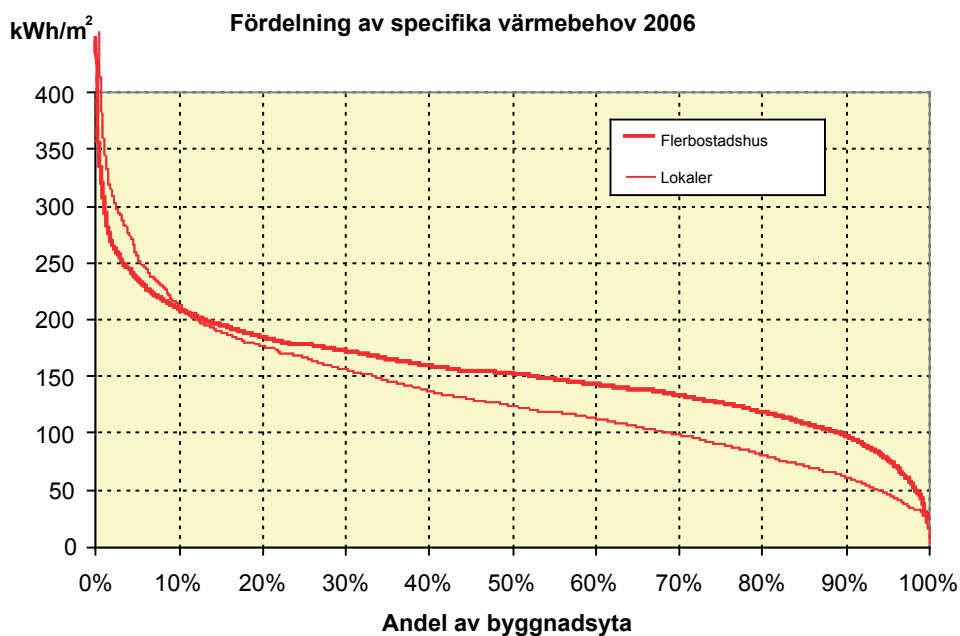
En skattning av den totala fördelningen av den specifika värmeanvändningen för alla flerbostadshus och lokaler i Sverige återfinns i Figur 6. Figuren representerar således en total byggnadsyta på 310 miljoner m². Ytan under vardera fördelningskurva utgörs av den totala värmemängden som användes i flerbostadshus och lokaler under 2006, 27,7 respektive 17,6 TWh.

Figuren visar att

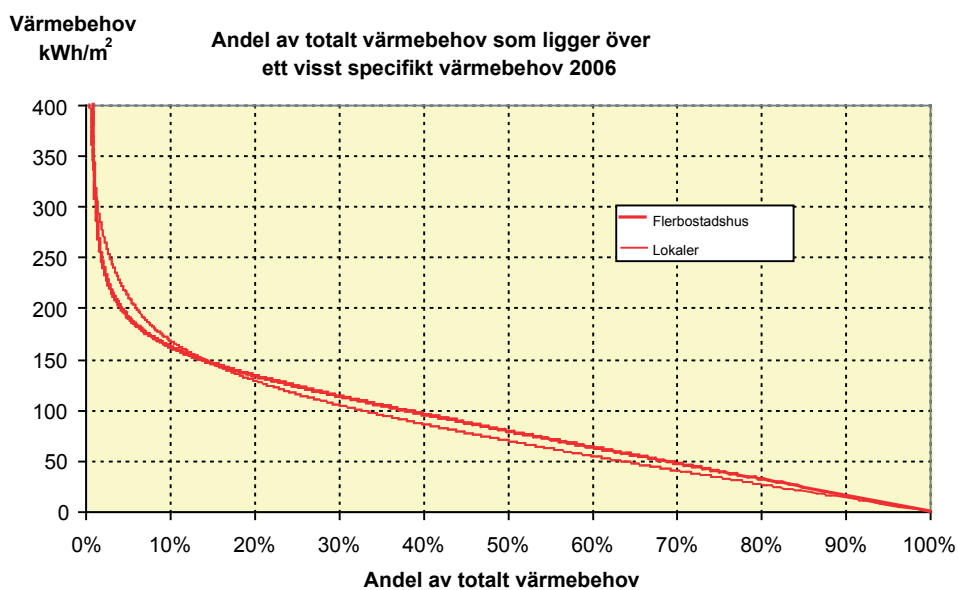
- 12,6% av flerbostadshusens ytor hade en specifik värmeanvändning över 200 kWh/m² (höganvändare enligt vår definition i ett senare avsnitt), medan motsvarande andel för lokalerna var 11,9%. Det är således lika vanligt att ett flerbostadshus och en lokal är höganvändare.
- Höganvändande lokaler hade dock i genomsnitt en högre specifik värmeanvändning än höganvändande flerbostadshus.
- 11,1% av flerbostadshusens ytor hade en specifik värmeanvändning under 100 kWh/m² (låganvändare), medan motsvarande andel för lokalerna var betydligt högre: 31,0%. Det är således betydligt mer vanligt att en lokal är låganvändare än ett flerbostadshus.

I Figur 7 har energifördelningen i Figur 6 beräknats. Figuren visar att:

- Användningen över 200 kWh/m² motsvarar 4,2 % av den totala värmetillförseln för flerbostadshus och 6,0 % för lokaler.
- Användningen över medelvärdena 154,4 kWh/m² för flerbostadshus och 134,4 kWh/m² för lokaler motsvarar 11,9% respektive 18,3%.
- Användningen under 100 kWh/m² motsvarar 62,9% av värmetillförseln för flerbostadshus och 67,4% för lokaler.



Figur 6. Fördelning av specifika värmebehov för flerbostadshus och lokaler under 2006. Urval: Alla flerbostadshus och lokaler som finns i databaserna, 5132 respektive 6121 objekt. Om yta eller tillförd värme har saknats har SCB antagit medelvärde i respektive strata. SCB:s uppräkningsfaktorer för varje strata har använts för viktning, varför ovanstående fördelningar är skattningar för alla värmeanvändningar i Sveriges flerbostadshus och lokaler.



Figur 7. Energifördelning för den del av de specifika värmebehov som ligger över ett givet värde. Urval: Samma som i föregående figur.

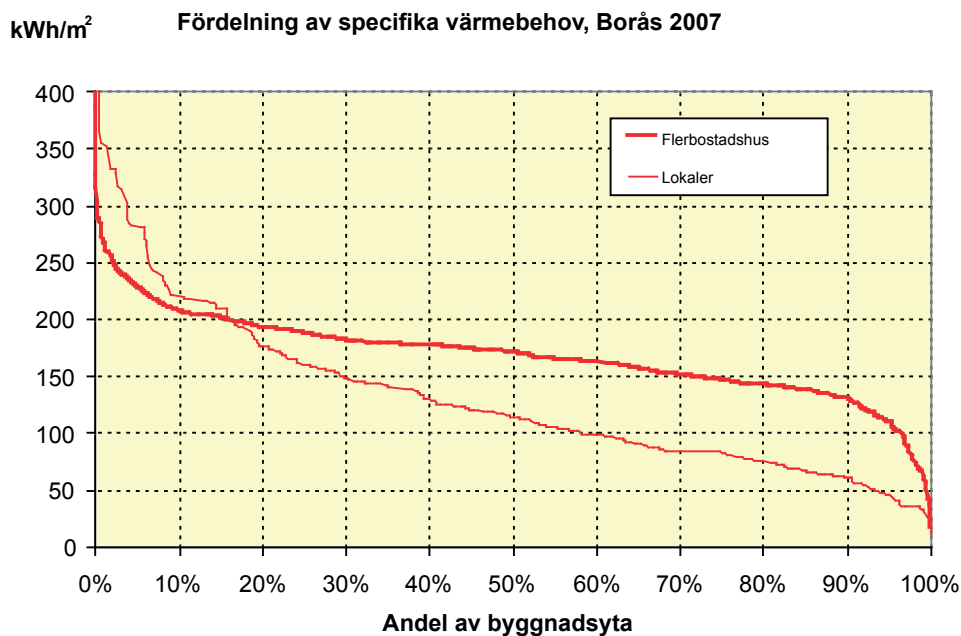
Analysen av Figur 6 och Figur 7 visar att det är relativt små värmemängder som är associerade med en överanvändning över 200 kWh/m² och att användningen under 100 kWh/m² helt dominerar den totala användningen.

Nu uppstår naturligt frågan: Hur sann är skattningen av fördelningen i Figur 6? Det finns ju kombinationer av fel som kan ge felaktiga specifika värmeanvändningar. Det kan ju antingen vara en fel värmetillförsel eller en felaktig yta. En feltyp är att en fjärrvärmeleverans går till två fastigheter, medan ytan bara representerar den ena fastigheten. Detta ger en falskt hög specifik användning. Omvänt kan det förekomma att en fastighet har två olika fjärrvärmeleveranser och att hela byggnadsytan används för vardera leveransen. Detta ger en falskt låg användning.

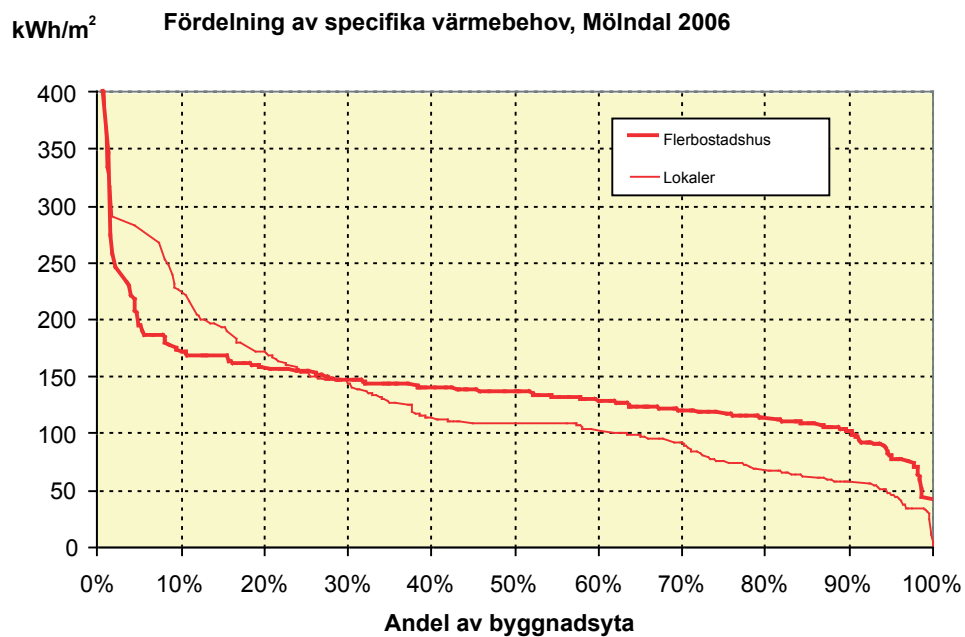
För att kvalitetssäkra den skattade fördelningen för Sverige i Figur 6 tog vi kontakt med några fjärrvärmeföretag för att få några oberoende skattningar av fördelningen. Vi försökte även få ut ett utdrag från E-nyckeln. Vi fick slutligen anonymiserade utdrag från kunddatabaserna på Mölndal Energi och Borås Energi och Miljö. Från Borås bestod underlaget av normalårskorrigerade leveranser som användes i faktureringen under 2008 och som baseras på leveranserna under 2007. Från Mölndal utgörs underlaget av verkliga leveranser under 2006. Underlagen rensades från visst bortfall pga. delårsleveranser och saknade byggnadsytor. Borås-underlaget baserades slutligen på 315 GWh leverans till flerbostadshus och 222 GWh till lokaler, medan underlaget från Mölndal baserades på 117 respektive 89 GWh.

Fördelningarna av specifik värmeanvändning för de fjärrvärmeanslutna flerbostadshusen och lokalerna i de två städerna redovisas i Figur 8 och Figur 9. Dessa figurer uppvisar påfallande många likheter med Sverige-fördelningen i Figur 6. Denna oberoende kvalitetsgranskning bekräftar därför den genomförda skattningen för hela Sverige som högst sannolik.

Detta kapitel fortsätter nu med analyser för att hitta systematiska förklaringar till den skattade Sverige-fördelningen i Figur 6. Om det finns systematiska förklaringar, så blir det ju lättare att hitta och förstå orsakerna till hög- och låganvändande byggnader.



Figur 8. Fördelningar av specifik värmeanvändning för byggnader anslutna till Borås Energi och Miljös fjärrvärmesystem.



Figur 9. Fördelningar av specifik värmeanvändning för byggnader anslutna till Mölndal Energis fjärrvärmesystem.

Graddagar

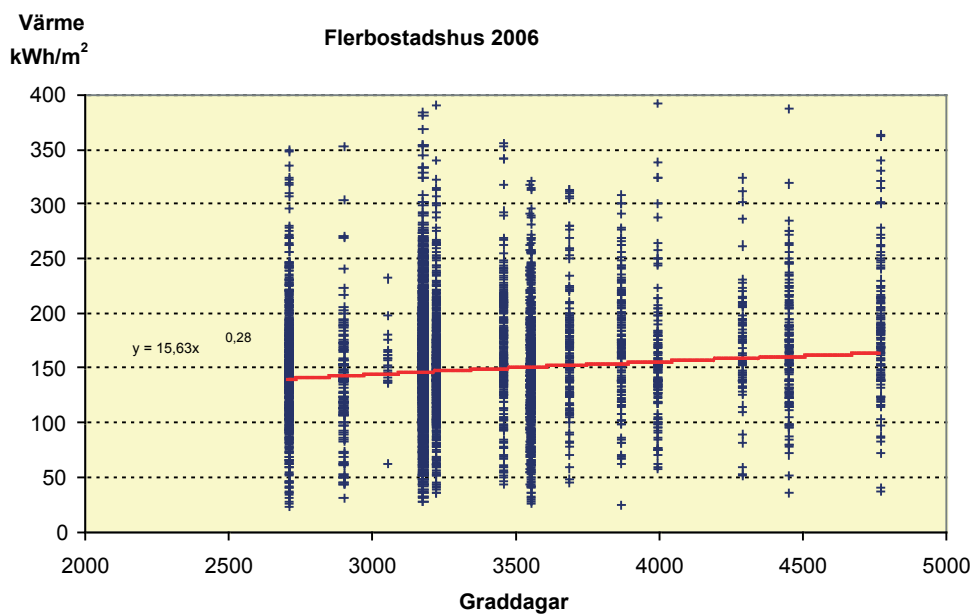
Sverige är ett avlångt land, där klimatet är betydligt kallare i norra Norrland än i södra Sverige. Underlagen från SCB består av en blandning av byggnader från olika delar av Sverige. Då kan ju olika lokala klimat vara en tänkbar systematisk orsak till olika specifika värmeanvändningar i Sverige.

Graddagar är ett traditionellt och välkänt mått på den mängd köld som uppvärmning ska motverka för att upprätta en önskad innetemperatur. Internationellt sett har måttet använts sedan 20- och 30-talen, medan den nuvarande svenska definitionen tillkom på början av 60-talet (Lagerstedt 1962). Graddags-måttet utgörs av tidsintegralen mellan en effektiv innetemperatur och utetemperaturen, när vissa gränsvärden är uppfyllda. Ju högre antal graddagar, desto kallare är klimatet på den aktuella orten. I Sverige varierar graddagtalet för ett normalår från omkring 3000 i sydvästra Sverige till 7000 i norra Norrland. Man kan då påstå att det är dubbelt så kallt i Kiruna som i Malmö, med avseende på uppvärmning av byggnader.

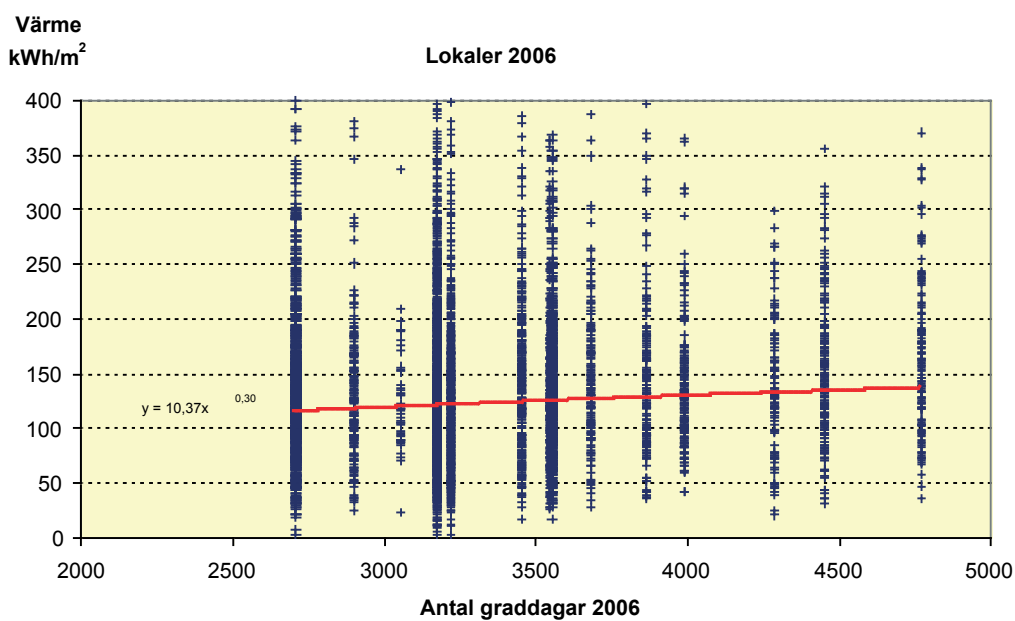
Enligt grundläggande byggnadsfysik (Petersson 2004), så ska den optimala värmeanvändningen för uppvärmning vara proportionell mot roten ur graddagtalet, ty på kallare platser är det mer ekonomiskt fördelaktigt att ha en tjockare isolering i byggnaderna. Det betyder att skillnaden i värmeanvändning för uppvärmning mellan Kiruna och Malmö idealt ska vara roten ur 2 minus 1, vilket blir 40 % högre i Kiruna.

Graddagtalet under 2006 för varje objekt är hämtat av SCB från den närmaste av 14 olika meteorologiska stationer. Samband mellan antal graddagar och varje objekts specifika värmeanvändning återfinns i Figur 10 och Figur 11. Dessutom har medelvärdeslinjer lagts in som visar en genomsnittlig klimatpåverkan på den specifika värmeanvändningen. **Den avgörande slutsatsen från figurerna är att den individuella variationen inom varje klimatområde är mångdubbelt mycket högre än lokal klimatpåverkan.** Det betyder att lokal klimatpåverkan inte kan ses som en avgörande systematisk orsak till variation i specifik värmeanvändning i Sverige. Detta är i sig en häpnadsväckande slutsats för vårt avlånga land.

Medelvärdeslinjerna i figurerna har anpassats till formler av typen ”konstant gånger graddagarna upphöjt till en exponent”. Denna anpassning har gjorts för att underlätta en jämförelse med den optimala värmeanvändningen för uppvärmning. Den ideala exponenten ska då vara 0,5 enligt ovan. Men här blir skattningarna 0,28 för flerbostadshus och 0,30 för lokaler. Dessa lägre värden kan delvis förklaras med att även en nästan helt klimatoberoende andel värme för varmvattenberedning ingår i byggnadernas värmetillförsel. Dessutom kan man ana att klimatskalen är relativt mer täta och bättre isolerade i Norrland. Omslutande snömängder runt byggnaderna i Norrland bidrar också säkerligen till totalt bättre klimatskal under vintrarna.



Figur 10. Specifikt värmebehov för flerbostadshus i förhållande till antal graddagar i respektive klimatområde (14 st.). Urval: Specifikt värmebehov under 400 kWh/m², vilket gav 5111 objekt, dvs. vi ansåg att 21 objekt hade en orimligt hög värmeanvändning.



Figur 11. Specifikt värmebehov för lokaler i förhållande till antal graddagar i respektive klimatområde. Urval: Specifikt värmebehov under 400 kWh/m², vilket gav 6041 objekt, dvs. vi ansåg att 80 objekt hade en orimligt hög värmeanvändning.

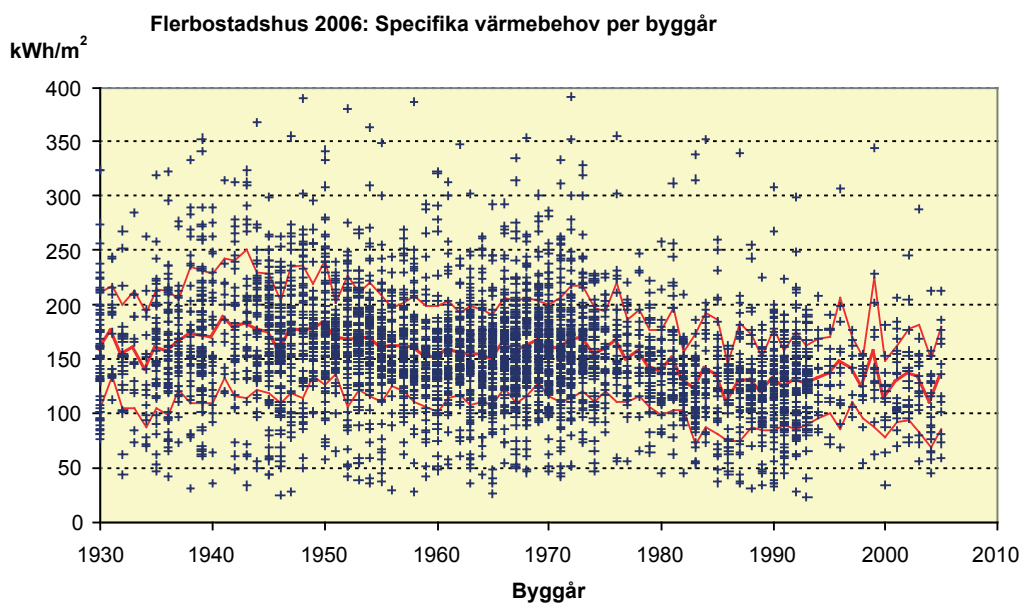
Byggår

Sveriges byggnader har byggts vid olika tillfällen och drivkrafterna för olika klimatskal har varit olika under de senaste decennierna. Billig olja före den första oljekrisen 1973/74 gav ingen större drivkraft för bra klimatskal. Efter 70-talets oljekriser, med högre uppvärmningskostnader som följd, kom skärpningar i de regelverk som styrde byggandet. Ny- och ombyggnader i Sverige har under de senaste decennierna styrts av regelverken BABS 60, SBN 67, SBN 75, SBN 80, NR 89, och BBR 94. Hus som byggdes före 1975 isolerades dock bättre än minimikraven i byggreglerna krävde eftersom de statliga lånereglerna för byggnader premierade tjockare värmeisolering. Specifika krav på de olika byggnadsdelarnas värmeisolering och begränsning av husets fönsterarea infördes 1978. Kraven på byggnadsdelarnas värmeisoleringsnivå skärptes något genom i Nybyggnadsreglerna från 1988 där en högsta tillåten genomsnittlig värmegenomgångskoefficient föreskrevs. Begränsningen av fönsterarean som införts 1978 ändrades. Sedan 1988 har kraven på husets genomsnittliga värmeisoleringsnivå bara förändrats marginellt. Man skulle då kunna förvänta sig att nyare byggnader skulle ha betydligt lägre specifik värmeanvändning än äldre byggnader. Byggår är då en intressant parameter för att söka en tänkbar systematisk förklaring till olika specifika värmeanvändningar.

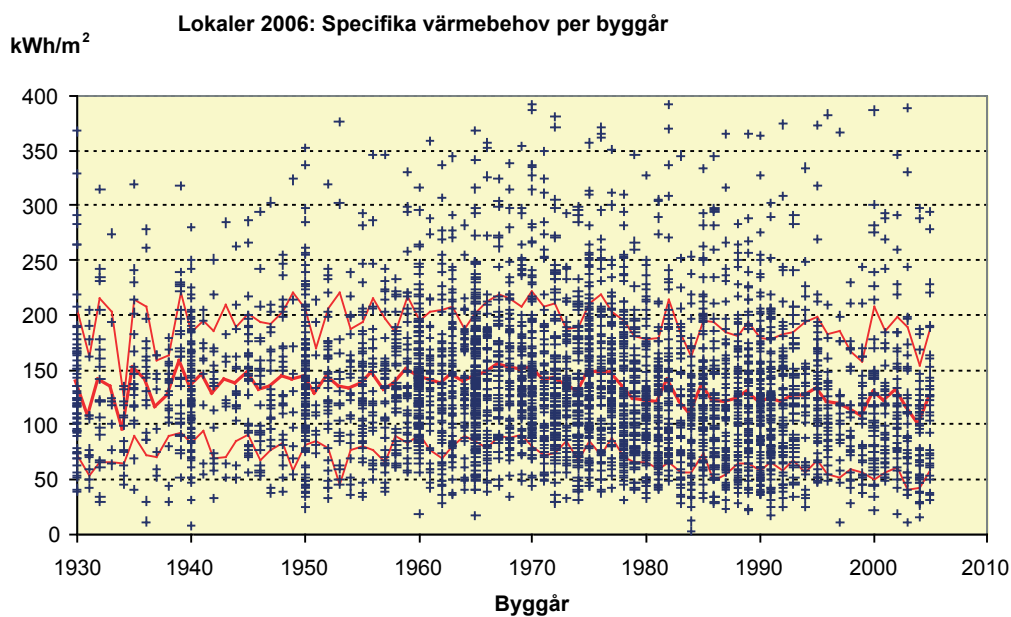
I Figur 12 visas den specifika värmeanvändningen per byggår för flerbostadshus och motsvarande för lokaler återfinns i Figur 13. Medelvärdeslinjen för flerbostadshus visar att det är något lägre värmeanvändning i byggnader som tillkommit efter 1980 på nivå 130 kWh/m², dvs. omkring 15 % lägre än medelvärdet för landet. För lokaler är denna nedgång inte lika tydlig. Nivån efter 1980 ligger på 120 kWh/m², vilket är 10 % lägre än det totala svenska medelvärdet för lokaler på 134 kWh/m². Att det inte är någon större skillnad mellan värmeanvändning i äldre och nyare byggnader, bekräftar också samma slutsats i (Nässén & Holmberg 2005). Men återigen är den generella slutsatsen från analysen att den systematiska trenden är mycket mindre än den individuella variationen mellan objekten. Byggår är ingen dominerande systematisk förklaringsfaktor för den specifika värmeanvändningen.

Den framförs ofta i den svenska debatten att de byggnader som ingick i det s.k. miljonprogrammet 1965-1974 har en hög värmeanvändning och det där då skulle finnas stora möjligheter till reduktioner av värmebehoven. Figur 12 visar dock att det inte finns någon dominerande förhöjning av värmeanvändningen för flerbostadshus under dessa 10 byggår. Medelanvändningen för denna tidsperiod var 160 kWh/m² under 2006, dvs. bara något över Sverige-medelvärdet för alla flerbostadshus. Det är faktiskt så att det är högre värmeanvändning i hus som är byggda under 40-talet (175 kWh/m²) och 50-talet (165 kWh/m²)

Slutsatsen från denna analys måste vara att gamla hus är nästan lika bra som nya hus. Det verkar som att inverkan från dålig styrning från de tidigare regelverken för byggande har reducerats med åren. Detta är också en slutsats som harmonierar med en annan slutsats i (Nässén & Holmberg 2005), som uppskattar att en fjärdedel av sänkningen av värmeanvändningen i flerbostadshus 1975-2000 kom från nybyggda hus, medan resterande tre fjärdedelar kom från åtgärder i befintliga hus.



Figur 12. Specifik värmeanvändning i flerbostadshus per byggår med tre linjer för medel samt övre och undre standardavvikelse. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m^2 , vilket gav 4285 objekt.



Figur 13. Specifik värmeanvändning i lokaler 2006 med tre linjer för medel samt övre och undre standardavvikelse. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m^2 , vilket gav 4061 objekt.

Ventilationssystem

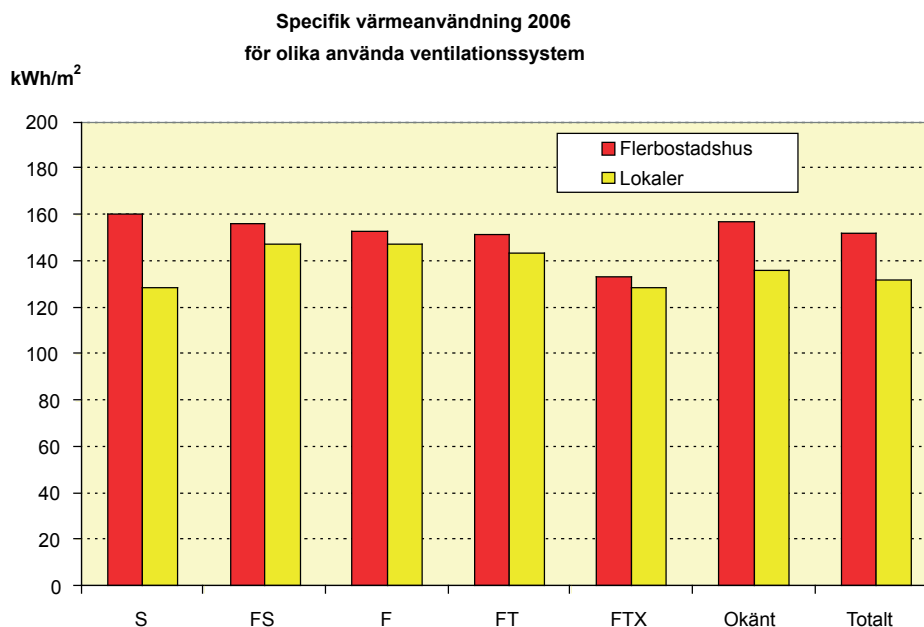
SCB-enkäterna för 2006 innehöll för första gången frågor om typ av använt ventilationssystem för både flerbostadshus och lokaler. Svarsfrekvenserna var höga: 95 % av bostadsytan för flerbostadshusen och 91 % av lokalytan för lokalerna. SCB har dock inte redovisat svaren på dessa frågor i (SCB 2007a & 2007b).

Den totala ytan som ingår i analysen för flerbostadshus är 170,3 miljoner m² och för lokaler 119,4 miljoner m². Ytorna är något lägre än de totala ytorna som totalt ingår i statistiken, pga. att vissa objekt hade orimligt hög värmeanvändning (över 400 kWh/m²) och andra hade ofullständiga uppgifter om vilket typ av ventilationssystem som användes. Förekomst av olika ventilationssystem redovisas i Tabell 2. Dessa förekomster har inte publicerats så ofta, utan de senast kända förekomsterna publicerades i (Tolstoy 1993). Därför lämnar vi en mer detaljerad redovisning i ett bilagt appendix.

Tabell 2. Förekomst av olika ventilationssystem under 2006. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 6041 objekt för lokaler och 5111 objekt för flerbostadshus.

	Byggnadsyta, miljoner m ²	Värmeanvändning, GWh	Specifik värmeanvändning, kWh/m ²
Flerbostadshus			
S	44,5	7144	160,6
FS	7,3	1149	156,4
F	82,7	12668	153,2
FT	8,8	1340	152,0
FTX	27,0	3603	133,4
Okänt	8,4	1322	156,9
Totalt	178,8	27225	152,3
Lokaler			
S	5,6	726	128,7
FS	1,6	230	147,8
F	5,4	799	147,6
FT	16,2	2327	143,9
FTX	90,6	11667	128,7
Okänt	10,5	1421	135,9
Totalt	129,9	17170	132,2

Användningen av olika ventilationssystem är mycket olika mellan flerbostadshus och lokaler. Av bostadsytan i flerbostadshus hade 26 % självdragssystem (S) under 2006, motsvarande siffra för lokalytor var 6 %. Förstärkt självdrag (FS) användes till 4 % i flerbostadshusen och 1 % i lokalerna. Frånluftsystem (F) användes till 49 % i flerbostadshusen och 5 % i lokalerna medan från- och tilluftssystem (FT) användes till 5 % i flerbostadshus och 14 % i lokalerna. Användningen av från- och tilluft med värmewäxlare (FTX) användes till 16 % i flerbostadshusen och 76 % i lokalerna. Redovisade andelar gäller för den andel av objekten där ventilationssystemen var kända och med rimlig värmeanvändning.



Figur 14. Genomsnittlig specifik värmeanvändning per ventilationssystem och fastighetstyp. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 6041 objekt för lokaler och 5111 objekt för flerbostadshus.

Den genomsnittliga specifika värmeanvändningen för olika typer av ventilationssystem visas i Figur 14. Skillnaden mellan flerbostadshus och lokaler var som störst för S- och FS-system, medan F-, FT- och FTX-system uppvisade en mindre skillnad, dock alltid till förmån för lokaler. FTX-system hade i genomsnitt den lägsta specifika värmeanvändningen på nivån 130 kWh/m². För flerbostadshusen gav FTX en lägre specifik värmeanvändning med 14 % jämfört med övriga system, medan reduktionen för lokaler var 9 %.

Det är tydligt att värmeåtervinningen i FTX-systemen verkar bidra till en lägre total värmeanvändning. Men man kan fråga sig om det verkligen är FTX-systemen i sig som ger en reduktion eller om det är andra åtgärder som genomförts samtidigt med att FTX-systemen byggdes, t.ex. bättre klimatskal. Därför redovisar vi nu en mer detaljerad analys per byggårsgrupp om skillnader mellan byggnader med och utan FTX-system.

Specifik värmeanvändning med och utan FTX

Enligt föregående avsnitt är det viktigt att ta hänsyn till andra samtidiga förbättringar av klimatskal mm när en jämförelse görs mellan byggnader som har och inte har FTX. Jämförelsen genomförs per olika byggårsklasser, med antagandet att klimatskalen bör vara ganska lika i respektive byggårsklass. Resultaten från analysen av nyttan med FTX redovisas i Tabell 3 för flerbostadshusen och Tabell 4 för lokalerna.

När vi genomförde denna analys, valde vi att rensa ut alla värmepumpar. Man kan ju förvänta sig att andelen värmepumpar är högre i de hus som inte har FTX, då installation av frånluftsvärmepump har setts som en alternativ metod till FTX. Med hänsyn till metodfelet för värmepumpar med enbart tillförd el, så finns det en risk att man då undervärderar den verkliga värmeanvändningen i den grupp som inte har FTX. Detta skulle då kunna ge en undervärdering av nyttan med FTX.

Tabell 3. Flerbostadshus, analys av reduktion med FTX per byggårsklass. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², känt ventilationssystem och inga värmepumpar, vilket gav 587 objekt med FTX och 3734 objekt utan FTX.

Byggårsklass	Byggnadsytor, miljoner m ²		Specifik värmeanvändn., kWh/m ²		Reduktion FTX	Reduktion FTX
	Utan FTX	Med FTX	Utan FTX	Med FTX	kWh/m ²	GWh/år
Före 1940	23,6	2,2	163	128	-35	-78
1941-1960	35,9	1,5	169	156	-13	-19
1961-1970	34,5	3,3	159	157	-2	-7
1971-1980	16,1	3,3	159	143	-16	-51
1981-1990	6,4	7,2	139	126	-13	-96
1991-2000	4,4	4,0	131	130	-1	-2
2001-	2,4	0,5	122	140	18	9
Uppgift saknas	6,5	1,6	154	149	-6	-9
Totalt	130,0	23,6	160	137		-254
	85%	15%				

Skillnad, med och utan FTX, ovägt med byggårskl.

-22 kWh/m²

Skillnad, med och utan FTX, vägt med byggårskl.

-11 kWh/m²

Tabell 4. Lokaler, analys av reduktion med FTX per byggårsklass. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², känt ventilationssystem och inga värmepumpar, vilket gav 3319 objekt med FTX och 1345 objekt utan FTX.

Byggårsklass	Byggnadsytor, miljoner m ²		Specifik värmeanvändn., kWh/m ²		Reduktion FTX	Reduktion FTX
	Utan FTX	Med FTX	Utan FTX	Med FTX	kWh/m ²	GWh/år
Före 1940	5,4	10,8	143	133	-10	-113
1941-1960	3,3	9,6	160	137	-23	-224
1961-1970	4,1	14,0	165	142	-23	-316
1971-1980	3,1	14,4	141	127	-14	-199
1981-1990	1,8	10,4	115	119	3	34
1991-2000	0,7	6,9	122	110	-12	-81
2001-	0,6	2,7	121	106	-15	-40
Uppgift sakn.	4,2	12,2	165	133	-32	-393
Totalt	23,3	81,0	150	129		-1331
	22%	78%				

Skillnad, med och utan FTX, ovägt med byggårskl.

-20 kWh/m²

Skillnad, med och utan FTX, vägt med byggårskl.

-16 kWh/m²

Om man ser på skillnaden i värmeanvändning för flerbostadshusen utan hänsyn till byggårsklass, så blir den $160 - 137 = 22 \text{ kWh/m}^2$. Om man däremot summerar upp reduktionen inom varje byggårsklass, så uppgår den totalt till 254 GWh för 23,6 miljoner m^2 . Denna genomsnittliga reduktion blir då bara 11 kWh/m^2 och då enbart när FTX används. D.v.s. bara hälften av den skenbara fördelen med FTX kan hänföras till FTX. Den andra hälften måste då hänföras till andra skillnader i klimatskalet. Om man antar ingen närvaro av drifttidsstyrning, en genomsnittlig rumshöjd på 2,7 m, en luftomsättning på 0,7 samt antal graddagar till 3310, kan den genomsnittliga verkningsgraden för FTX-system i flerbostadshus skattas till 21%. Om luftomsättningen sänks till 0,5, så ökar verkningsgraden bara till 30 %. Detta betyder att FTX-systemens värmeåtervinning i flerbostadshus inte fungerar speciellt bra idag.

Detta är slutsats som också har redovisats i (SABO 2006). Deras analys bygger på 75 fastigheter med 4260 lägenheter, dvs. drygt 0,3 miljoner m^2 , som byggdes under åren 1993-2002. Skillnaden mellan renodlade F- och FTX- system (utan värmepumpar) skattades till $146-134 = 12 \text{ kWh/m}^2$, vilket nästan är identiskt med ovanstående skattning. Ökningen av fastighetselen blev dock $36 - 17 = 19 \text{ kWh/m}^2$ för FTX-systemen, så nyttan med en något lägre specifik värmeanvändning försvann med en något högre specifik elanvändning. Det skulle således i dagsläget inte finnas någon uppenbar fördel med FTX i flerbostadshus, om bara högvärdig el ersätter lågvärdig värme.

Analysen av lokalerna i Tabell 4 visar att den ovägda nyttan med FTX kan uppskattas till $150 - 129 = 21 \text{ kWh/m}^2$, men den byggårsvisa viktningen ger en skattning på 16 kWh/m^2 , dvs. något bättre jämfört med skattningen för flerbostadshusen. Dvs. 80% av den skenbara nyttan av FTX utgörs av verklig nytta med FTX. Endast en femtedel av nyttan kan hänföras till andra skillnader i klimatskalet.

Nyttan med FTX i lokaler kan dock förväntas vara lägre, pga. att drifttidsstyrning kan tillämpas i större utsträckning i lokaler. Med antagande om en drifttid på 50 %, en effektiv takhöjd på 3 m, en luftomsättning i drift på 1,0 samt antal graddagar på 3339, så kan den genomsnittliga verkningsgraden skattas till 40 %. Om luftomsättningen sänks till 0,7, så ökar verkningsgraden till 57 %. Detta betyder att det även finns betydande bättre värmeåtervinning i lokalernas FTX-system jämfört med flerbostadshus.

Att nyttan med FTX idag är begränsad i flerbostadshus, betyder inte att den inte kan implementeras i framtiden. Ovanstående analyser visar bara att implementeringen av dagens FTX-system i flerbostadshusen inte har fungerat ut fullt med förväntade verkningsgrader på omkring 50 % och däröver. Om man vill erhålla verkningsgrader över 50 % i vätskekopplade och roterande värmeväxlare, så är det viktigt att införa en lokal reglering av vattenflöde eller rotationshastighet som möjliggör en maximal verkningsgrad, (Holmberg 1975).

Slutsatsen från denna detaljanalys blir således att värmeåtervinningen i FTX fungerar dåligt för flerbostadshus, medan funktionen är bättre i lokaler. Vi kan således bekräfta slutsatsen från (SABO 2006) och att den även gäller för hela Sveriges bestånd av flerbostadshus.

Besparingsåtgärder

Detta avsnitt handlar om vilken specifik värmeanvändning de byggnader har som har genomfört besparingsåtgärder. Avsnittet handlar således inte om hur mycket besparingsåtgärderna har reducerat värmeanvändningen. För en sådan analys krävs mer information om ursprungsläget, som inte finns med i SCB- underlaget.

Det statistiska underlaget från SCB redovisar utförda besparingsåtgärder under perioden 1995-2005, och besparingsåtgärder utförda under år 2006 både för flerbostadshus och lokaler. De åtgärder som ingår är

- tilläggsisolering (iso),
- byte till mer energisnåla fönster där minst hälften har bytts ut (fön),
- injustering/optimering av styr- och reglersystem (inj),
- eleffektivisering, t.ex. belysning(ele)
- värmeåtervinning i ventilationen (våt).

I tilläggsisolering ingår tilläggsisolering av fasad, vind och tak. Någon uppdelning var tilläggsisoleringen utförts har inte gjorts i frågeformuläret.

I 1512 flerbostadshus med den uppräknade bostadsytan 57,6 miljoner m² har någon eller flera energisparåtgärder utförts under åren 1995-2005, medan i 2760 byggnader med den uppräknade bostadsytan 92,2 miljoner m² har ingen åtgärd utförts under samma tidsperiod. Dvs. 4272 objekt ingår i analysen. Bortfallet beror på att vi har utslutet de byggnader vari åtgärder genomfördes under 2006 och de åtgärdsgrupper som hade fåtal byggnader i grupperna.

När det gäller lokalerna, så hade 1289 byggnader, med den uppräknade bostadsytan 37,2 miljoner m², genomfört någon eller några besparingsåtgärder under samma tidsperiod. Antalet lokaler där ingen åtgärd hade vidtagits var 3847, med den uppräknade bostadsytan 70,3 miljoner m². Dvs. 5136 objekt ingår i analysen av lokalerna. Även här finns det ett bortfall av de byggnader vari åtgärder genomfördes under 2006.

Tabell 5. Översikt över ytor i flerbostadshus och lokaler vari åtgärder genomfördes mellan åren 1995-2005 och under år 2006.

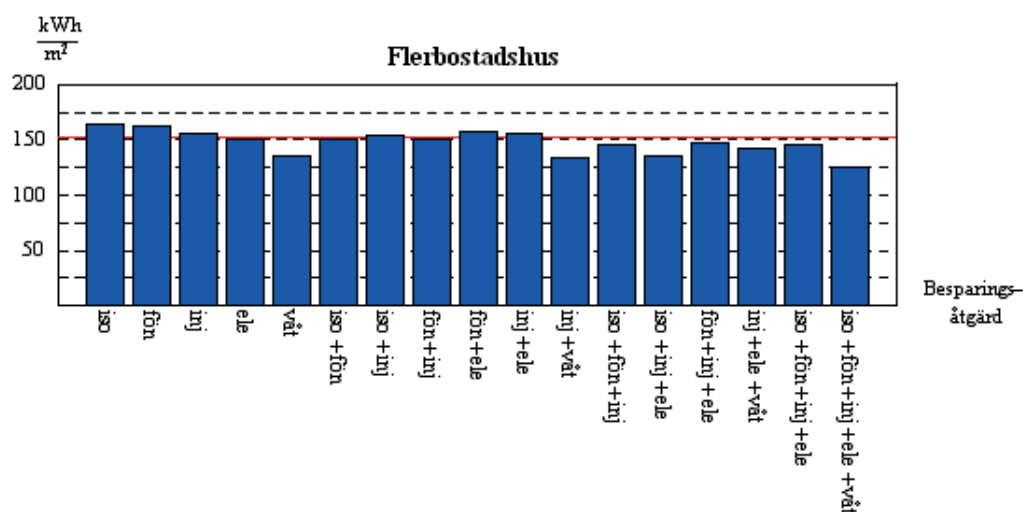
Besparingsåtgärd	Flerbostadshus Yta, miljoner m ²	Lokaler Yta, miljoner m ²
iso	2,46	0,79
fön	4,52	0,43
inj	20,68	7,70
ele	3,06	0,76
våt	1,17	3,01
iso+fön	0,81	0,18
iso+inj	2,60	0,25
iso+ele	0,39	0,23
iso+våt	0,12	0,16
fön+inj	2,43	0,41
fön+ele	0,60	0,22
fön+våt	0,13	0,44
inj+ele	6,04	2,74
inj+våt	1,76	4,00
ele+våt	0,15	1,06
iso+fön+inj	1,70	0,24
iso+fön+ele	0,26	0,04
iso+fön+våt	0,07	0,16
iso+inj+ele	0,79	0,41
iso+inj+våt	0,28	0,60
iso+ele+våt	0	0,09
fön+inj+ele	2,17	0,22
fön+inj+våt	0,22	0,65
fön+ele+våt	0,07	0,05
inj+ele+våt	1,32	5,21
iso+fön+inj+ele	1,70	0,31
iso+fön+inj+våt	0,34	0,77
iso+fön+ele+våt	0,04	0,12
iso+inj+ele+våt	0,26	1,25
fön+inj+ele+våt	0,23	1,42
iso+fön+inj+ele+våt	1,28	3,30
Åtgärder 1995-2005	57,6	37,2
Åtgärd genomförd 2006	28,7	21,9
Ingen åtgärd	92,2	70,3
Odefinierad åtgärdskod	0,22	0,42
Spec.värmeanv. ≥ 400 kWh/m²	0,56	0,79
Totalt	179,3	130,7

Genomsnittlig värmeanvändning efter besparingsåtgärd

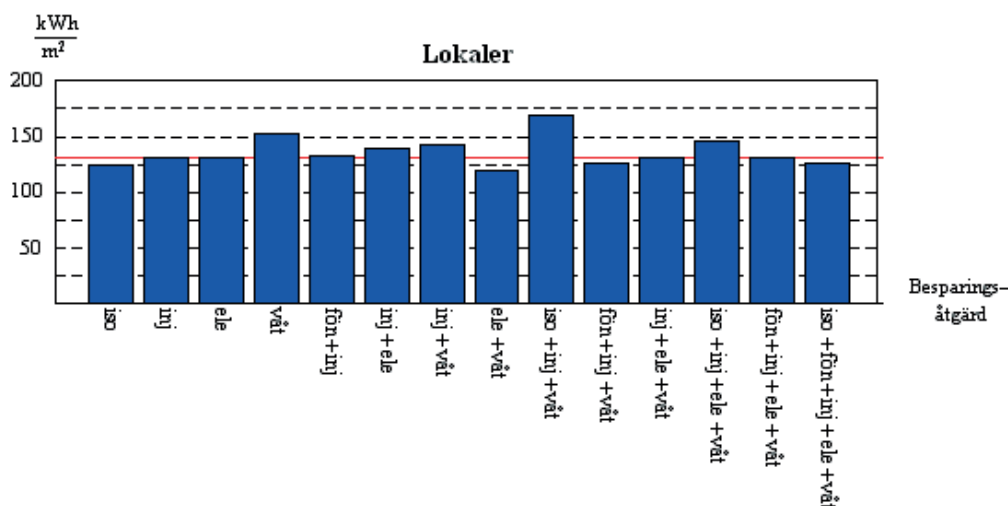
Figur 15 och Figur 16 visar flerbostadshusens respektive lokalernas värmeanvändning i (kWh/m²) uppdelat på vilken eller vilka besparingsåtgärder som utförts. För många byggnader har en kombination av besparingsåtgärder utförts, det kan vara två till fem åtgärder som har utförts på samma byggnad. De heldragna linjerna visar medelvärdet på värmeanvändningen för alla flerbostadshus respektive lokaler, där ingen besparingsåtgärd hade utförts. Dessa är 153 kWh/m² för flerbostadshus och 141 kWh/m² för lokaler.

Det är uppenbart att de specifika värmeanvändningarna efter åtgärd inte skiljer sig nämnvärt från de byggnader där åtgärder inte genomförts. Detta indikerar antingen att det är eftersläntrare som genomfört åtgärderna eller att åtgärderna inte har haft någon effekt. Man kan ju utgå från att de tidiga pionjärerna redan har genomfört åtgärder från att erhålla lägre specifika värmeanvändningar.

Detta är en intressant slutsats, som kräver en mer detaljerad analys av hur signifikanta skillnader verkligen är mellan de som har och de som inte har genomfört åtgärder. Denna analys genomförs i nästa avsnitt.



Figur 15. Specifik värmeanvändning för flerbostadshus uppdelat på utförda besparingsåtgärder. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m² och antal objekt för respektive åtgärd fler än 10st. Totalt antal objekt 1108 st. Horisontell linje avser medelvärde för fastigheter som inte genomfört åtgärder.



Figur 16. Specifik värmeanvändning för lokaler uppdelat på utförda besparingsåtgärder. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m² och antal objekt för respektive åtgärd fler än 10st. Totalt antal objekt 797 st. Horisontell linje avser medelvärde för fastigheter som inte genomfört åtgärder.

Besparingsåtgärdernas signifikans

I detta avsnitt analyseras i vilken utsträckning som genomförda besparingsåtgärder har en specifik värmeanvändning som signifikant skiljer sig från de byggnader som inte har genomfört några åtgärder alls under de senaste åren. Vi använder oss av en förenklad statistisk metod som går ut på att vi jämför konfidensintervall för två olika grupper. Om intervallen är strikt skilda från varandra, så kan skillnaden sägas vara signifikant. Vi använder oss av 95%-iga konfidensintervall, så analysen genomförs för signifikansnivån 5%. Innebörden av detta är att vi har risken 5 % för att ha fel om vi säger att skillnaden är signifikant.

I figur 17 visas konfidensintervallen för medelvärdena för de olika besparingsåtgärderna i flerbostadshusen.

Endast två av besparingsåtgärderna som utförts enskilt eller i kombination anses ha signifikant skilda värden för värmeanvändningen. Det är flerbostadshus där följande åtgärder har utförts: kombinationen av besparingsåtgärderna injustering av styr- och reglersystem och ventilationsvärmeåtervinning, och kombinationen av tilläggsisolering, fönsterbyte, injustering av styr- och reglersystem, eleffektivisering och ventilationsvärmeåtervinning.

I 40 st. flerbostadshus redovisade uppmätta värden där kombinationen av besparingsåtgärderna injustering av styr- och reglersystem och ventilationsvärmeåtervinning hade utförts, värmeanvändningen i medeltal på 133 kWh/m², vilket var 19 kWh/m² lägre än medelvärdet för flerbostadshus där ingen besparingsåtgärd hade utförts.

Besparingsåtgärderna tilläggsisolering, fönsterbyte, injustering, eleffektivisering och värmeåtervinning hade utförts i 30 st. flerbostadshus. Värmeanvändningen var 126 kWh/m², vilket var 26 kWh/m² lägre än medelvärdet för ej åtgärdade hus.

Av alla flerbostadshus där någon energisparåtgärd utförts hade 37 % utfört enbart injustering/optimering av styr- och reglersystem och 5 % enbart tilläggsisolering. 437 st. flerbostadshus hade utfört enbart fönsterbyte eller fönsterbyte kombinerat med någon annan energisparåtgärd dvs. 29 %. Tilläggsisolering tillsammans med någon annan besparingsåtgärd hade utförts på 23 % (349 st.) av de åtgärdade husen, 74 % (1119 st.) av de åtgärdade husen hade utfört injustering och någon annan energibesparingsåtgärd och 29 % (445 st.) hade utfört eleffektivisering tillsammans med någon annan besparingsåtgärd. 65 % av alla flerbostadshus hade inte genomfört någon besparingsåtgärd under perioden 1995-2005.

Under miljonprogrammet (1965-74) byggdes 668000 lägenheter i flerbostadshus. Antalet fastigheter med byggår 1965-74 som ingår i statistiken är 796 st., av dessa har 41 % utfört någon eller några energisparåtgärder under åren 1995-2005.

Motsvarande analys för lokalerna redovisas i figur 18. Jämförelsen av konfidensintervallen visar att endast tre av de utförda besparingsåtgärderna anses ha signifikant skilda värden för värmeanvändningen relativt fastigheter som inte genomfört åtgärder. Dessa besparingsåtgärder är endast värmeåtervinning, kombinationen injustering och värmeåtervinning och kombinationen tilläggsisolering, injustering och värmeåtervinning.

Värmeåtervinning hade utförts på 142 st. lokaler och uppmätt värmeanvändning är 152 kWh/m², vilket är 20 kWh/m² högre än medelvärdet för lokaler utan åtgärd.

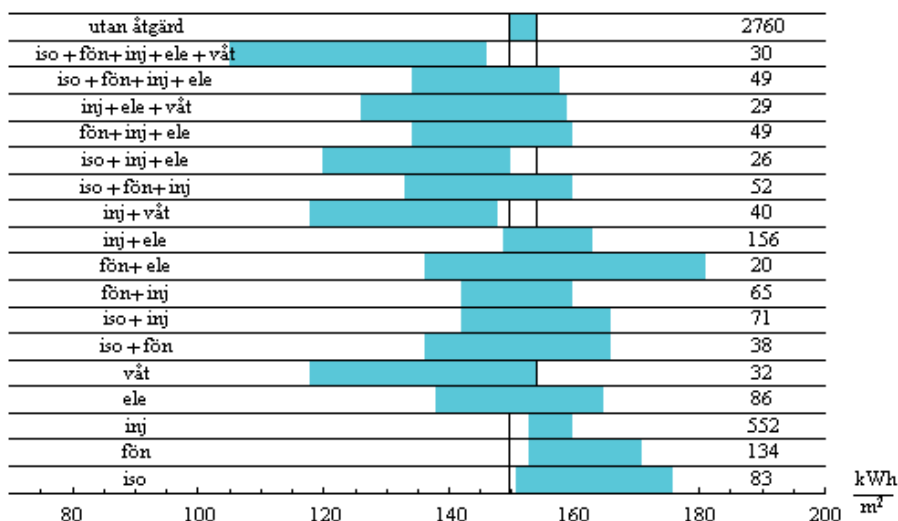
Kombinationen injustering och värmeåtervinning hade utförts i 160 st. lokaler och uppmätt värmeanvändning är 143 kWh/m², vilket är 11 kWh/m² högre än medelvärdet utan besparingsåtgärd.

I 22 st. lokaler hade kombinationen tilläggsisolering, injustering, och värmeåtervinning utförts. Uppmätt värmeanvändning var 169 kWh/m², 37 kWh/m² högre än utan åtgärd.

Den energisparåtgärd som hade utförts på flest lokaler är injustering som hade utförts i 31 % av alla lokaler. Kombinationen injustering och värmeåtervinning hade utförts i 12 % av lokalerna. 75 % av lokalerna hade inte åtgärdats ur energisparingspunkt under perioden 1995-2005.

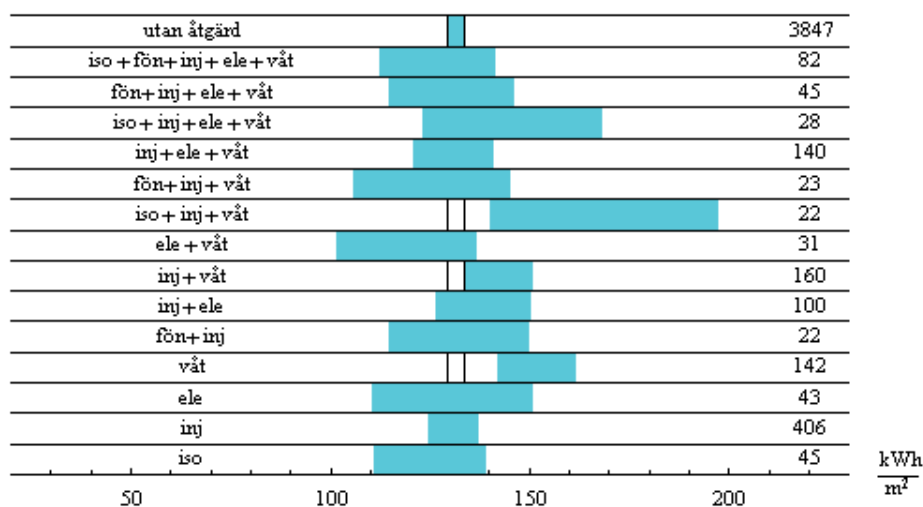
Denna detaljanalys, av hur signifikanta skillnaderna är, bekräftar slutsatsen från föregående avsnitt att byggnader med genomförda åtgärder har inte specifika värmeanvändningar som nämnvärt skiljer sig från de byggnader där inga åtgärder har genomförts.

Flerbostadshus 95 % konfidensintervall



Figur 17. Konfidensintervall för medelvärden för de olika besparingsåtgärderna i flerbostadshus. Siffrorna till höger i figuren visar antalet objekt under respektive åtgärd. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m² och antal objekt för respektive åtgärd fler än 19st, vilket totalt gav 4272 objekt.

Lokaler 95 % konfidensintervall



Figur 18. Konfidensintervall för medelvärden för de olika besparingsåtgärderna i lokaler. Siffrorna till höger i figuren visar antalet objekt under respektive åtgärd. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m² och antal objekt för respektive åtgärd fler än 19st, vilket totalt gav 5136 objekt.

Kombinationer av värmeförsörjning

Det blir mer och mer vanligt i flerbostadshus och lokaler att man har mer än ett tillförselslag för värme. Samdrift är en naturlig följd av fastighetsägarnas rätt att själva välja sammansättningen av sin värmeförsörjning. För småhusen är samdrift ännu mer utpräglad. Av Tabell 6 framgår att 14 % av den fjärrvärme som levereras till flerbostadshus och lokaler går till byggnader som tillämpar samdrift. När fjärrvärme levereras tillsammans med annan värmeförsörjning i flerbostadshus, så står dock fjärrvärmens för 87 % av värmebehoven. Motsvarande andel för lokaler är 67 %, så samdriften är mer utpräglad i lokalerna när den genomförs. I verkligheten är dessa andelar något lägre, då det är elen till värmepumpar som tas upp i underlaget.

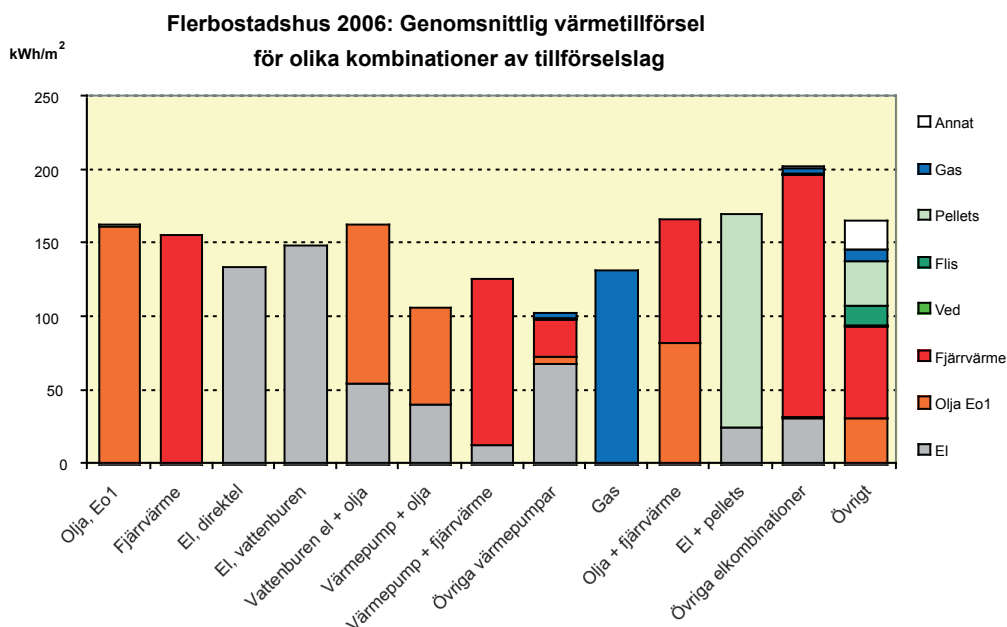
Den vanligaste samdriften i flerbostadshus är att el eller värmepumpar också används, men i båda dessa situationer dominerar fjärrvärmeanvändningen med 81 % respektive 90 %. Frånluftsvärmepumpar är den typ av värmepump som dominerar inom flerbostadshusen. Men andelen värme som kommer från dessa är låg, då frånluftsvärmepumparnas värmeproduktionskapacitet är begränsad till värmeinnehållet i frånluften.

För lokaler var samdrift med värmepumpar och direktel mest vanligast, men här var fjärrvärmens andel betydligt lägre: 35 % respektive 62 %. Detta betyder att värmepumparna hade en högre produktionskapacitet inom lokalerna jämfört med flerbostadshusen. Det beror på att inslaget av bergvärme- och uteluftsvärmepumpar var högre. Fördelningar mellan olika värmeförsörjning för övriga samdrifter framgår av Figur 19 för flerbostadshus och Figur 20 för lokaler.

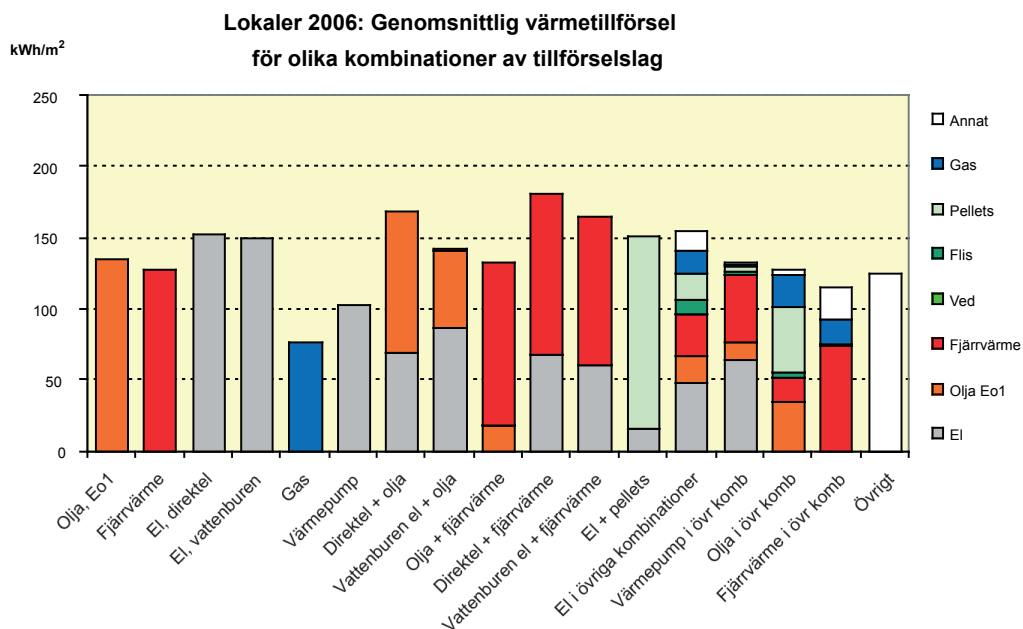
Det fanns totalt 33800 värmepumpar installerade i flerbostadshus och lokaler. Härav fanns 16600 värmepumpar som drevs inom byggnader som var fjärrvärmeanslutna, varav 9900 återfanns i flerbostadshusen och 6700 i lokalerna. Detta betyder att ungefär hälften av de värmepumpar som fanns installerade återfinns i byggnader som var anslutna till fjärrvärme.

Tabell 6. Sammanfattning av kombinationer med och utan fjärrvärme.

Värme från	Flerbostadshus, GWh värme				Lokaler, GWh värme			
	Enbart fjärrvärme	Fjärrvärme + annat	Övriga	Totalt	Enbart fjärrvärme	Fjärrvärme + annat	Övriga	Totalt
Fjärrvärme	21343	2993	0	24337	9940	2220	0	12160
El	0	402	1461	1863	0	900	2481	3381
Olja	0	47	927	974	0	91	1042	1133
Gas	0	8	301	309	0	46	287	333
Biomassa	0	3	172	175	0	25	397	421
Annat	0	0	33	33	0	34	99	132
Totalt	21343	3454	2893	27690	9940	3314	4305	17559
Antal värmepumpar:								
Bergvärmepump	0	780	5229	6009	0	2088	4865	6953
Frånluftsvärmepump	0	8331	2293	10624	0	3615	2016	5631
Uteluftsvärmepump	0	758	784	1543	0	1019	2056	3076
Totalt	0	9869	8306	18176	0	6722	8938	15660
Byggnadsyta, milj m2	136,9	20,4	22,0	179,3	77,5	21,7	31,5	130,7
Marknadsandel, yta	76%	11%	12%		59%	17%	24%	
Marknadsandel, fjärrvärme	77%	11%			57%	13%		



Figur 19. Specifik värmeanvändning för flerbostadshus för olika kombinationer av tillförselslag. Urval: minst 20 objekt i varje kombination, vilket gav 5109 objekt.



Figur 20. Specifik värmeanvändning för lokaler för olika kombinationer av tillförselslag. Urval: minst 20 objekt i varje kombination, vilket gav 6094 objekt.

HÖG- OCH LÅGANVÄNDARE AV VÄRME

En detaljerad analys av vad som kännetecknar en hög- och låganvändare av värme har utförts och redovisas i detta kapitel. Från det statistiska underlaget kan en uppdelning göras på de flerbostadshus och lokaler som har en hög- och låg värmeanvändning. Vi har definierat en hög värmeanvändning som 200 kWh/m² eller mer och med 100 kWh/m² eller mindre som låg värmeanvändning. Analyserna avseende höganvändare och låganvändare är utförda med avseende på:

- Län
- Byggår
- Tillförselsätt
- Ägarkategori
- Byggnadsstorlek

Län

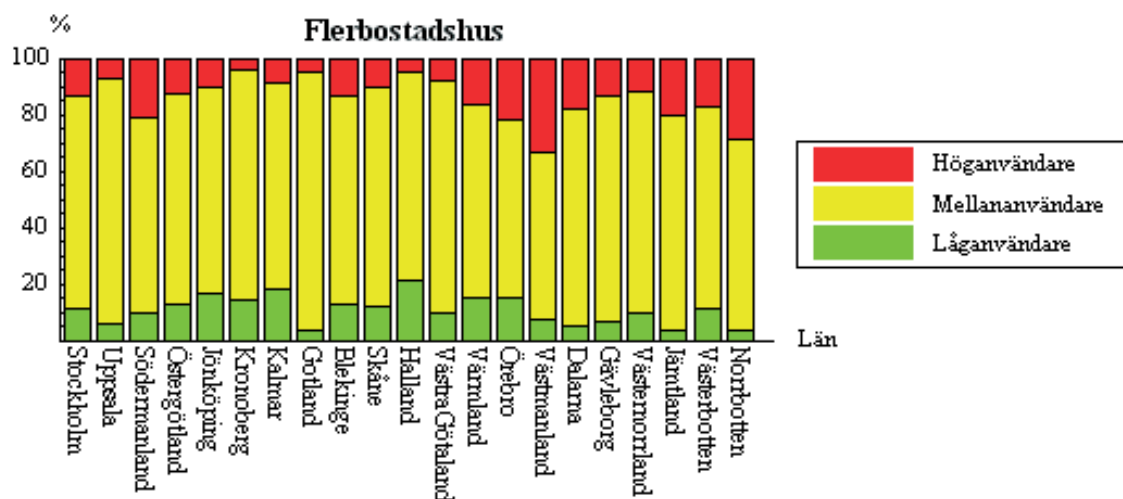
Figur 21 visar andelen kvadratmeter i flerbostadshus med hög värmeanvändning fördelat på olika län. Statistiken visar att den största ytdelen med hög värmeförbrukare fanns i Västmanlands län med 33 %. I Norrbottens, Örebro, Södermanlands och Jämtlands län finns mellan 20 % och 29 % höganvändare. I övriga län var ytdelen höganvändare mindre än 20 %. Lägst andel höganvändare hade Kronobergs och Gotlands län med drygt 4 % vardera.

För lokaler fanns även störst andel lokaler med hög värmeanvändning i Norrbottens och Västmanlands län med 32 % respektive 26 %, se Figur 22. Västerbottens, Gävleborgs och Örebro län hade 22 – 23 % höganvändare. Lägst andel lokaler med höganvändare hade Gotlands och Blekinge län med 4 % respektive 6 %.

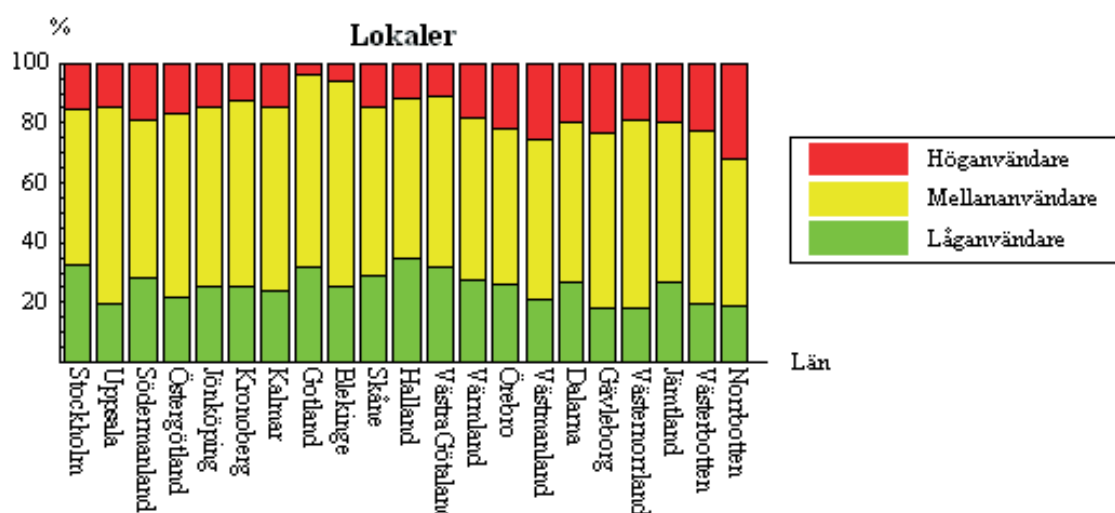
De höga andelarna höganvändare i Västmanlands och Norrbottens län för såväl flerbostadshus och lokaler kan kanske delvis förklaras av att fjärrvärmesystemen i Västerås och Luleå har varit kända för att hålla låga fjärrvärmepriser under många år. Drivkrafterna för besparingsåtgärder har då varit låga under en längre tidsperiod.

Låg användning av värme i flerbostadshus hade uppmätts i Hallands och Kalmar län där andelen är 22 respektive 18 %. Jönköpings, Örebro, Värmlands och Kronobergs län hade andelen 15 % -17 % med låg värmeanvändning. Övriga län hade lägre andel än 13 %. Lägst yttandel med låg värmeanvändning hade Norrbottens län med 4 %.

Lokaler hade genomgående en större andel låganvändare av värme än vad som uppmätts i flerbostadshus. Hallands, Stockholms, Gotlands och Västra Götalands län hade 32 – 35 % låganvändare. Alla län utom Gävleborgs-, Västernorrlands-, Västerbottens- och Norrbottens län hade mellan 20 och 30 % låganvändare. Andelen i dessa län var 18 – 19 %.



Figur 21. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i flerbostadshus fördelat på län. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 787 st. Specifika värmebehovet för låganvändare $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 586 st.



Figur 22. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i lokaler fördelat på län. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 723 st. Specifika värmebehovet för låganvändare $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 1262 st.

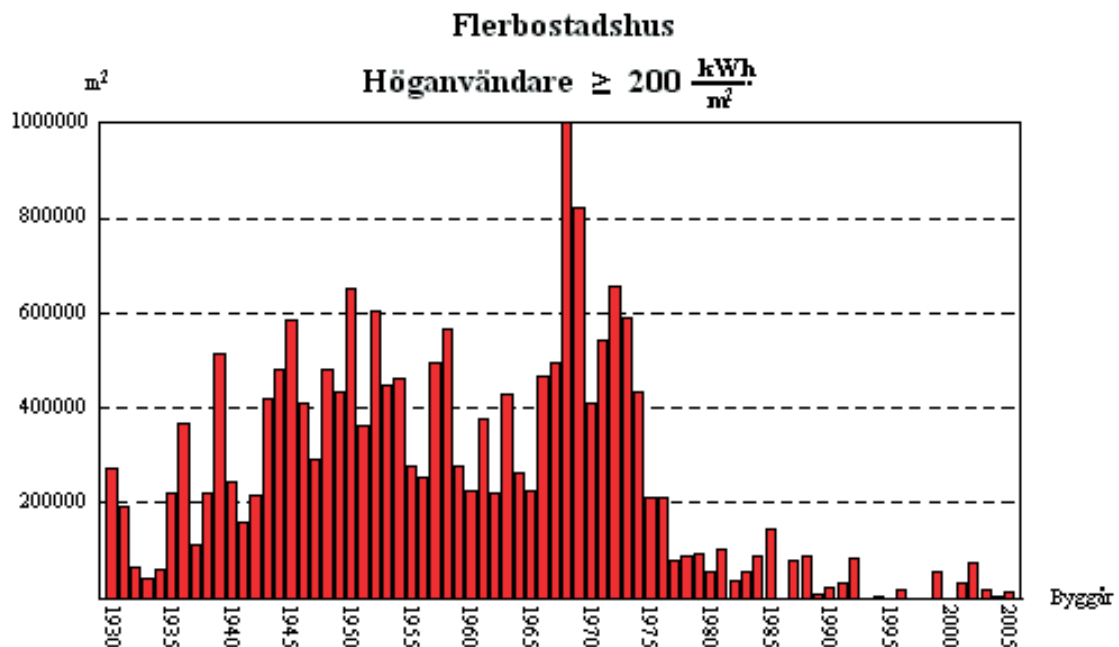
Byggår

Figur 23 visar antal kvadratmeter i flerbostadshus med hög värmeanvändning, större eller lika med 200 kWh/m², fördelat över byggår. Totalt antal m² i flerbostadshus var 179,3 miljoner m² under 2006, och av dessa hade 19,1 miljoner m² en värmeanvändning som var minst 200 kWh/m². I flerbostadshus byggda under miljonprogrammet, dvs. 1965-74, var det 5,7 miljoner m² av husen som använde minst 200 kWh/m². Av flerbostadshus byggda under perioden 1941-60 var det 8,1 miljoner m² som hade en värmeanvändning på minst 200 kWh/m². Flerbostadshus byggda 1977-2005 hade endast en yta på 1,3 miljoner m² där värmeanvändningen var hög. Detta betyder återigen att miljonprogrammet inte är en dominerande höganvändande grupp.

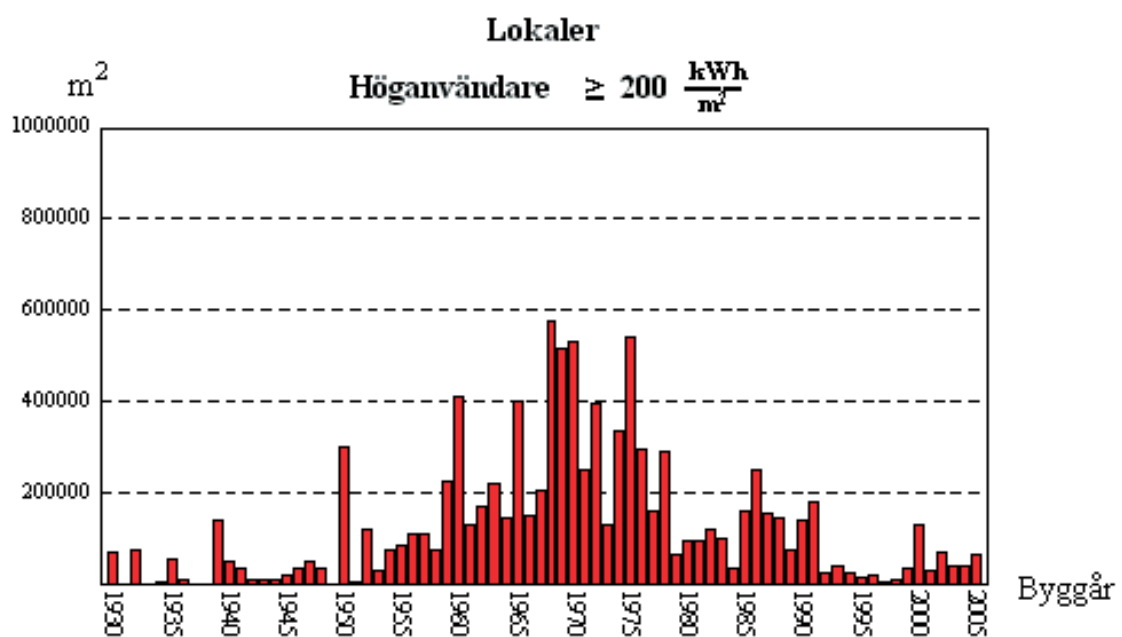
Sambandet mellan hög värmeanvändning och byggår för lokaler ses i Figur 24. Ytan av de lokaler som år 2006 hade en hög värmeanvändning var totalt 9,9 miljoner m². Tittar man speciellt på de lokaler som byggdes under miljonprogrammet var det 3,5 miljoner m² som hade en hög värmeanvändning. Den största åldersgruppen av lokaler med hög användning är byggda mellan åren 1959 och 1978. Under denna period fanns det 6,1 m² med hög värmeanvändning, vilket utgör 62 % av den totala ytan av höganvändare.

År 2006 var det totalt 15,8 miljoner m² av flerbostadshusens totala yta som hade en låg värmeanvändning, se Figur 25. Om man betraktar de bostäder i flerbostadshus byggda under miljonprogrammet var det 2,9 miljoner m² som hade låg värmeanvändning, 18 %. För flerbostadshus byggda mellan 1930 och 1974 var det 8,3 miljoner m² som hade en låg värmeanvändning. Störst yta i flerbostadshus med låg värmeanvändning fanns i hus byggda 1989-1993. Där var det 3,2 miljoner m² som hade en värmeanvändning på minst 100 Wh/m².

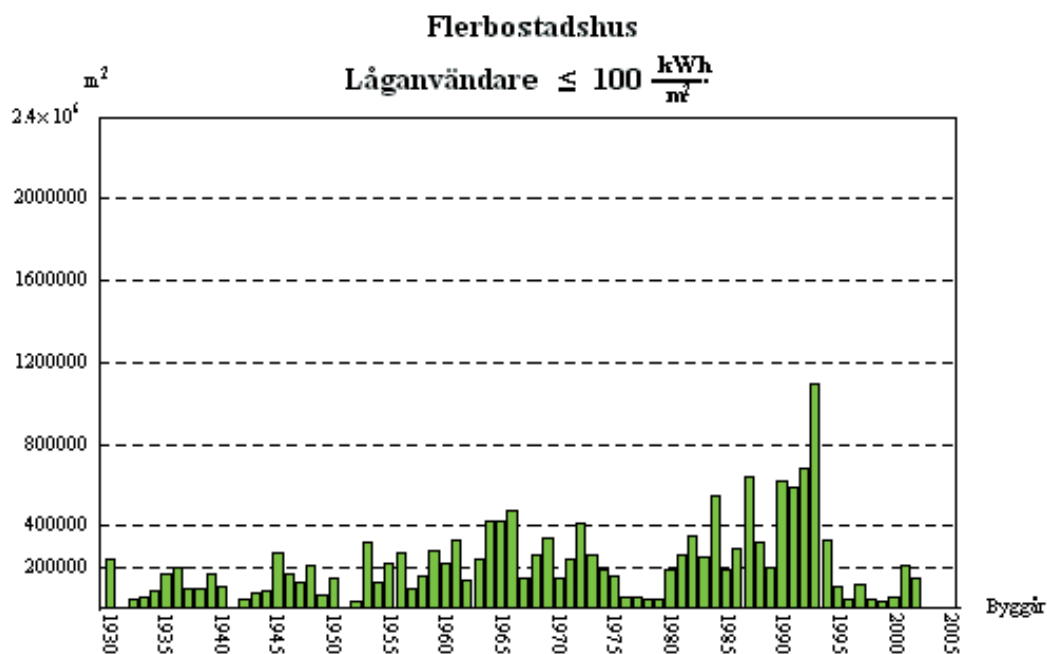
Totalt fanns det 30,7 miljoner m² lokaler med låg värmeanvändning under 2006 med en fördelning enligt Figur 26. För lokaler byggda under miljonprogrammet var det 6,5 miljoner m² som hade en låg värmeanvändning, där lokaler byggda år 1974 utgör en stor andel med 2,1 miljoner m². Lokaler byggda under åren 1989 till 1992 hade en stor andel där värmeanvändningen var låg, 5,2 miljoner m², vilket var 17 % av den totala ytan lokaler med låg användning.



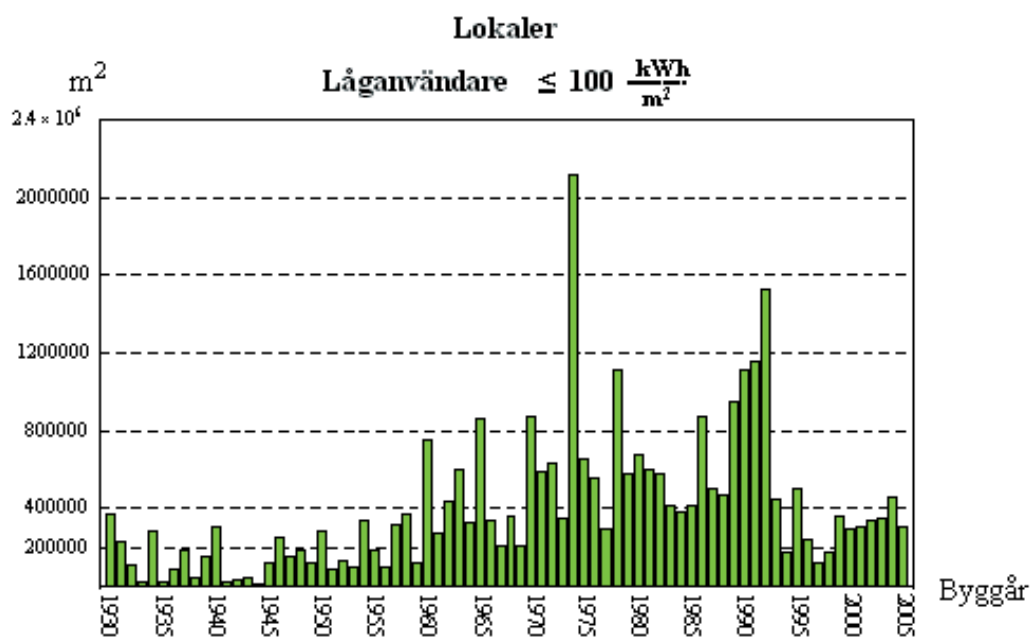
Figur 23. Antal kvadratmeter höganvändare i flerbostadshus fördelat på byggår. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$. Antal objekt är 652st.



Figur 24. Antal kvadratmeter höganvändare i lokaler fördelat på byggår. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$. Antal objekt är 564 st.



Figur 25. Antal kvadratmeter låganvändare i flerbostadshus fördelat på byggår. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$. Antal objekt är 483 st.



Figur 26. Antal kvadratmeter låganvändare i lokaler fördelat på byggår. Urval: Uppgivet byggår efter 1929 och en specifik värmeanvändning $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$. Antal objekt är 1279 st.

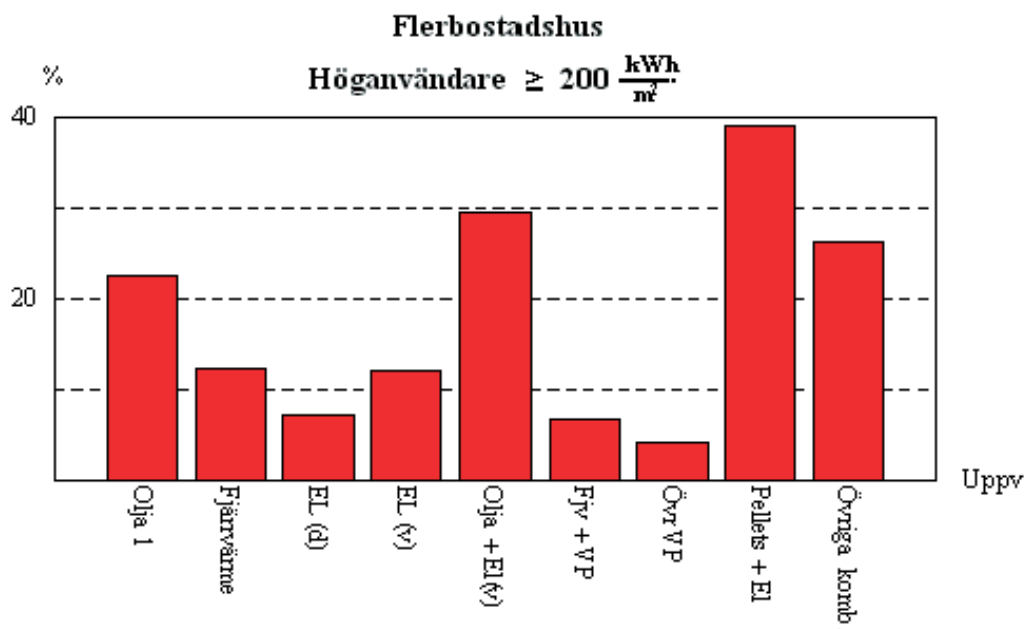
Tillförselsätt

Andelarna hög- och låganvändare med avseende på tillförselsätt redovisas i Figur 27 - Figur 30. Höganvändande flerbostadshus kännetecknas främst av förbränning av olja och pellets, vilket kan innebära att verkliga verkningsgrader i flerbostadshus är lägre än de 85 % vi har antagit för all förbränning av bränslen i lokala pannor.

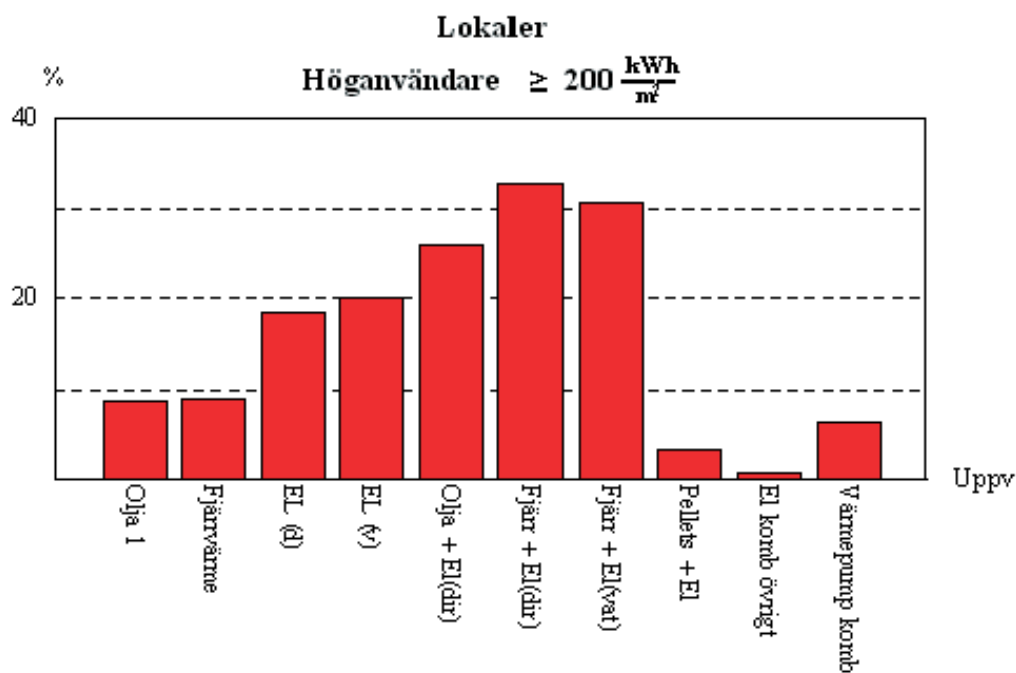
Höganvändande lokaler kännetecknas av samdrift mellan å ena sidan olja och fjärrvärme och el å andra sidan. Hög specifik användning kan i dessa situationer uppstå när regleringen av de olika tillförselsätten inte är synkroniserade, utan att situationer med dubbel tillförsel uppstår.

Låganvändande flerbostadshus är främst kombinationer där värmepumpar ingår. Denna slutsats är en konsekvens av metodfelet för värmepumpar att endast el till värmepumparna tas upp i värmeförseln.

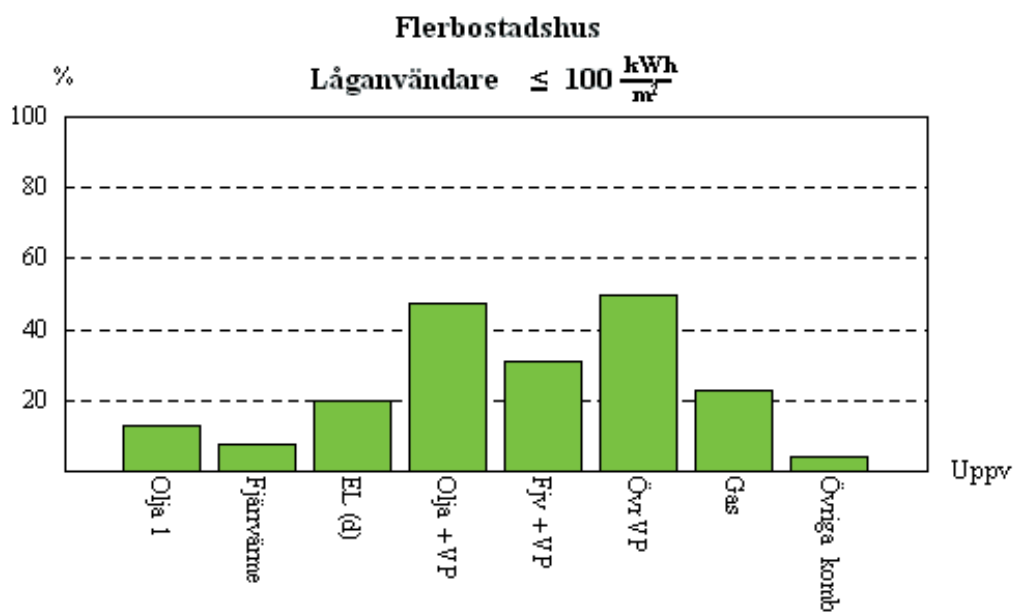
Den höga andelen låganvändare för naturgaspannor är överraskande hög. Den kan bero på en hög andel nybyggda lokaler och att verkningsgraderna är bättre än de 85 % som vi har antagit för alla pannor.



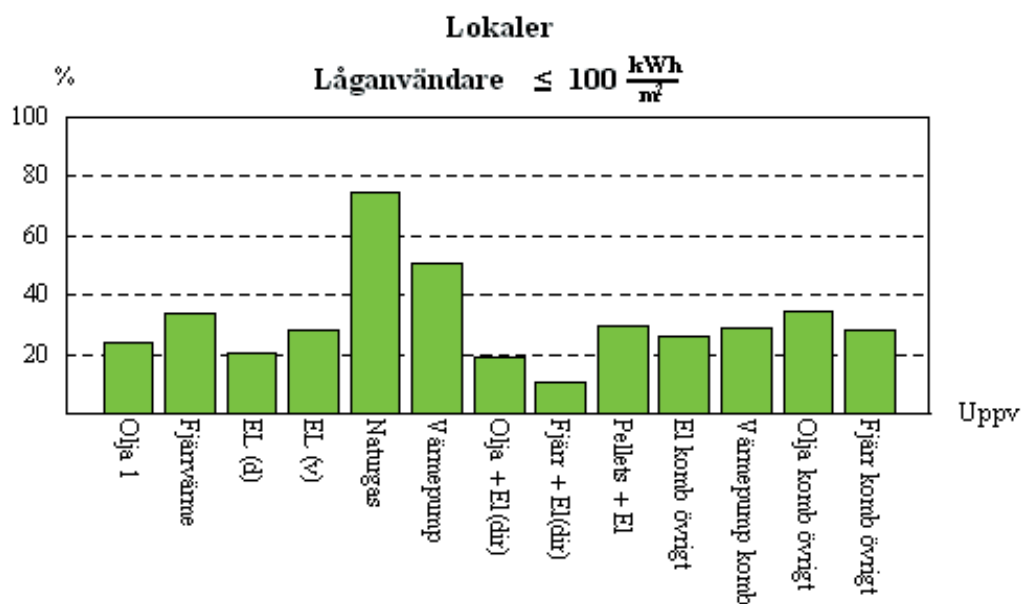
Figur 27. Andel höganvändare i flerbostadshus fördelat på tillförselsätt. Urval: Uppgiven specifik värmeanvändning $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt för respektive tillförselsätt fler än 10st. Antal objekt är 721 st.



Figur 28. Andel höganvändare i lokaler fördelat på tillförselsätt. Urval: Uppgiven specifik värmeanvändning $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt för respektive tillförselsätt fler än 10st. Antal objekt är 812 st.



Figur 29. Andel låganvändare i flerbostadshus fördelat på tillförselsätt. Urval: Uppgiven specifik värmeanvändning $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt för respektive tillförselsätt fler än 10st. Antal objekt är 684 st.



Figur 30. Andel låganvändare i lokaler fördelat på tillförselsätt. Urval: Uppgiven specifik värmeanvändning $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt för respektive tillförselsätt fler än 10st. Antal objekt är 1757 st.

Ägarkategori

Figur 31 och Figur 32 visar andelarna hög- och låganvändare uppdelat på yta och ägarkategori för flerbostadshus och lokaler. Uppdelningen av ägarkategorier har gjorts i fem olika grupper för flerbostadshus:

- Stat, landsting och kommuner
- Privata ägare
- Bostadsrättsföreningar (BRF)
- HSB och Riksbyggen är särredovisade som kollektiva bostadsrättsföreningar
- Allmännyttiga bostadsföretag.

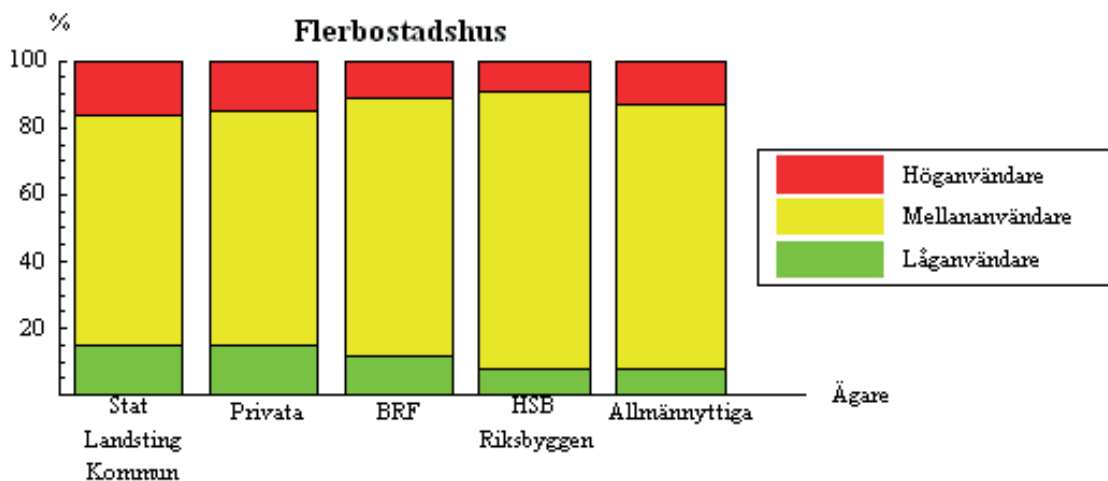
För lokaler används ägarkategorierna:

- Staten
- Landsting
- Kommun
- Fysisk person (privat ägare)
- Aktiebolag
- Övriga ägare

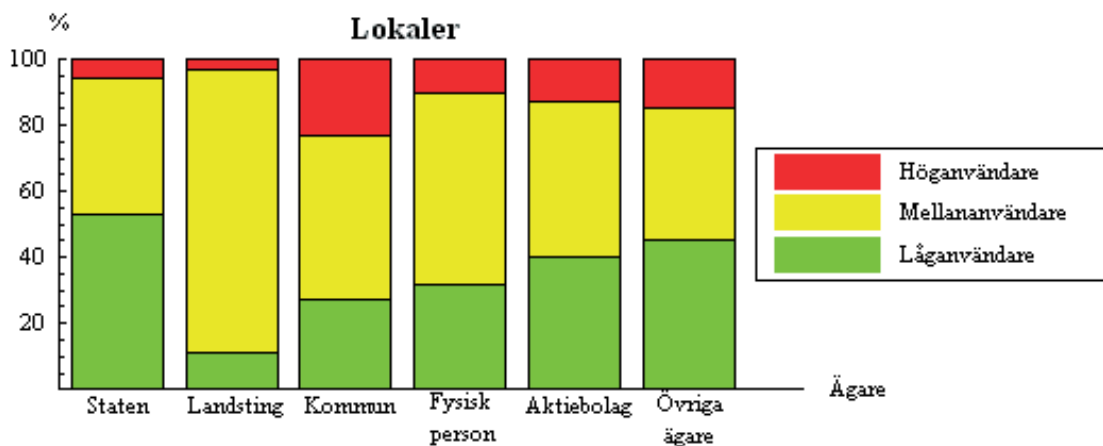
Ytandelen höganvändare i flerbostadshus ligger lågt mellan 8 och 16 % för alla ägarkategorier. Lägst andel höganvändare har HSB och Riksbyggen.

För lokaler var andelen höganvändare högst inom kommunerna. Här finns således svaret till varför det idag finns så många kontrakt avseende Energy Performance Contracting (EPC) inom kommunernas fastighetsbestånd.

Inom flerbostadshusen är det genomgående låga andelar låganvändare, medan staten utmärker sig som en lokalägare med en mycket hög andel låganvändare.



Figur 31. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i flerbostadshus fördelat på ägarkategori. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 787 st. Specifika värmebehovet för låganvändare $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 586 st.

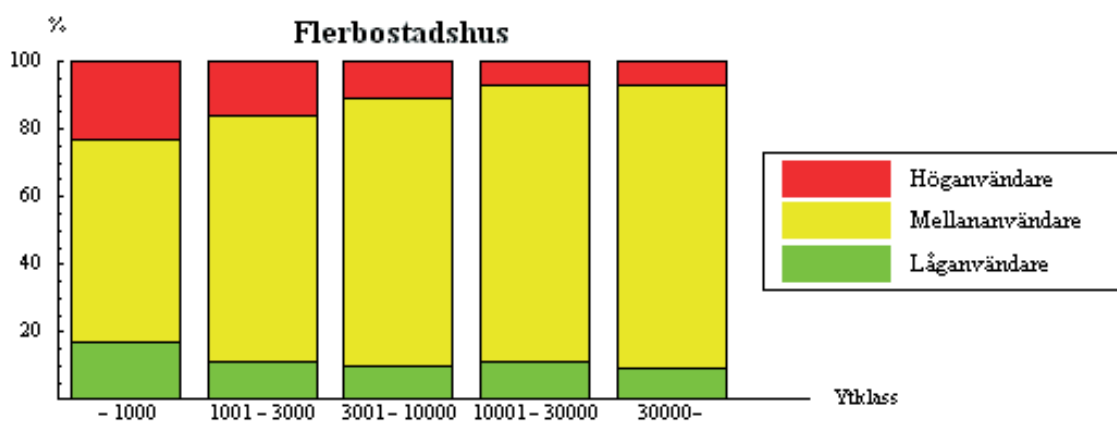


Figur 32. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i lokaler fördelat på ägarkategori. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare $\geq 200 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 930 st. Specifika värmebehovet för låganvändare $\leq 100 \text{ kWh/m}^2$ och antal objekt är 1794 st.

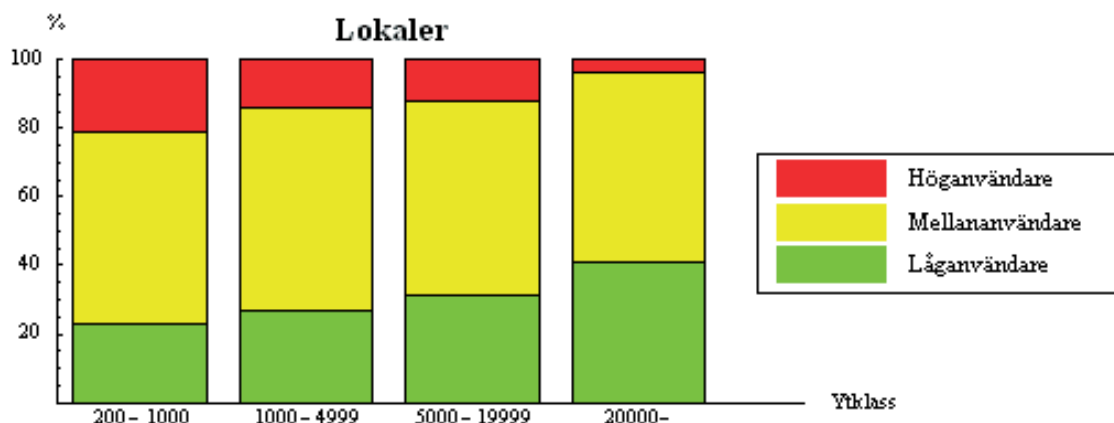
Byggnadsstorlek

Figur 33 och Figur 34 visar andelarna hög- och låganvändare per byggnadsyta uppdelat på olika storleksklasser för flerbostadshus och lokaler. För både flerbostadshus och lokaler minskar andelen höganvändare med ökad storlek på byggnaden. Resultatet visar det kända faktumet att ju mindre byggnaden är, desto större blir den omslutande arean i förhållande till den uppvärmda ytan och andelen transmissionsförluster i klimatskärmen blir högre relativt sett.

Ytandelarna låganvändare i flerbostadshus är låga och ligger mellan 8 och 17 % för alla storleksklasser. Det är tydligt att ovanstående nämnda skalfördel inte slår igenom för låganvändande flerbostadshus. Däremot är det tydligt att ytandelen låganvändare för lokaler ökar med storleken på byggnaden. För byggnader större än 20000 m² är andelen 41 %.



Figur 33. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i flerbostadshus fördelat på storleksklass med avseende på byggnadsyta. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare ≥ 200 kWh/m² och antal objekt är 787 st. Specifika värmebehovet för låganvändare ≤ 100 kWh/m² och antal objekt är 586 st.



Figur 34. Andelar hög-, mellan- och låganvändare i lokaler fördelat på län. Urval: Specifika värmebehovet för höganvändare ≥ 200 kWh/m² och antal objekt är 930 st. Specifika värmebehovet för låganvändare ≤ 100 kWh/m² och antal objekt är 1794 st.

Sammanfattande slutsatser för hög- och låganvändare

Län: Den största andelen yta med höganvändare av värme i flerbostadshus fanns år 2006 i Västmanlands och Norrbottens län. När det gäller lokaler fanns även störst andel höganvändare i Norrbottens och Västmanlands län. Stor andel yta med låganvändare i flerbostadshus fanns i Hallands och Kalmar län, i lokaler fanns störst andel låganvändare i Hallands, Stockholms, Gotlands och Västra Götalands län.

Byggnadsår: Flerbostadshus byggda under perioden 1941-60 hade 8.1 miljoner m² höganvändare vilket var 36 % av alla flerbostadshus som år 2006 hade en värmeanvändning som var minst 200 kWh/ m². Lokaler byggda 1959-78 hade en yta på 6.1 miljoner m² som var höganvändare. Störst yta i flerbostadshus med låg värmeanvändning fanns i hus byggda under perioden 1989-1993. Lokaler byggda under åren 1989 till 1992 hade stor andel låganvändare.

Tillförselsätt: Hög användning förekommer främst där bränslen och samdrift används. Låg användning återfinns främst i byggnader med värmepumpar. Detta är en konsekvens av att metodfelet endast eltillförsel till värmepumparna finns med i statistiken.

Ägarkategori: För flerbostadshus fanns störst andel höganvändare i stat, landsting och kommuner. För lokaler fanns störst andel höganvändare inom kommunerna. Störst andel låganvändare i flerbostadshus hade stat, landsting och kommun som ägare. Tillsammans hade de lika stor andel låganvändare som privata ägare. Statligt ägda lokaler hade störst andel låganvändare.

Byggnadsstorlek: För både flerbostadshus och lokaler minskade andelen höganvändare med ökad storlek på byggnaden. Andelen låganvändare i flerbostadshus var oberoende av byggnadens storlek, medan i lokaler ökar andelen låganvändare med byggnadens storlek.

KYLANVÄNDNING

SCB har sedan 2001 frågat om användning av fjärrkyla och närkyla i enkäterna för flerbostadshus och lokaler. För fjärrkyla inhämtas levererad kyla medan levererad el till lokala kylmaskiner inhämtas för närkyla. Därför använder vi beteckningen elkyla för närkyla i detta kapitel. Användningen av kyla i flerbostadshus är mycket lite för närvarande (18 GWh under 2006), så vi fokuserar på att enbart analysera kylanvändningen i lokalerna.

Utvecklingen av fjärr- och elkyla sedan 2001 presenteras i Tabell 7. Det framgår att leveranserna av fjärrkyla till lokaler bara uppgår till runt 60 % av det totala fjärrkyleleveranserna. Det saknas statistik över vart fjärrkyleleveranserna går, så vi kan inte säga om det finns betydande fjärrkyleleveranser till industrin eller om fjärrkyleleveranserna är underskattade till lokalerna i SCB-statistiken. Fjärrkylan kan vara underskattad pga. att de olika undersökningsgrupperna (strata) för lokalerna först och främst speglar värmeanvändningen och inte kylanvändningen.

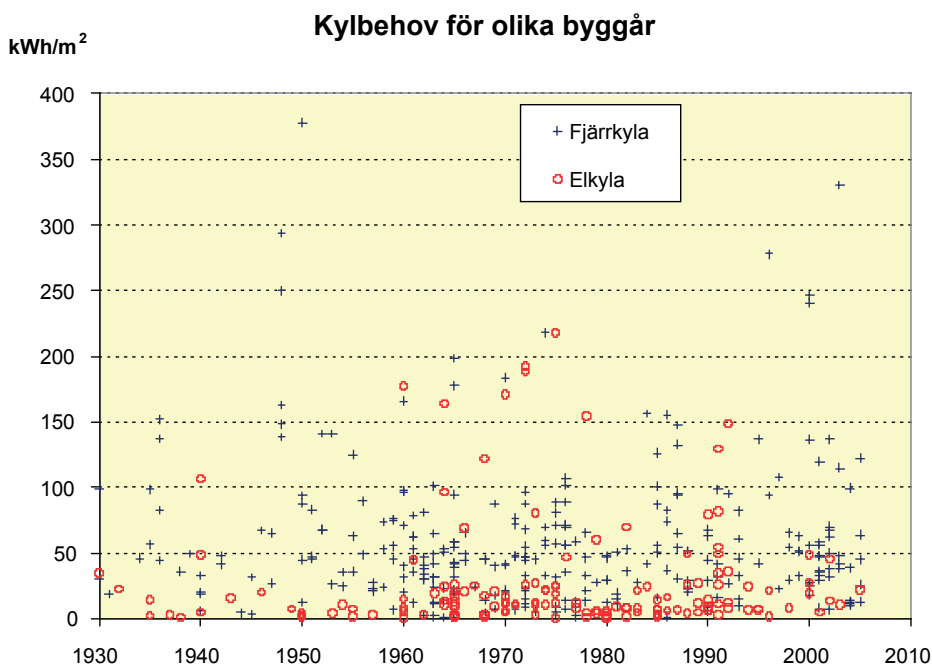
Tabell 7. Översikt över tillgänglig information om kylleveranser i Sverige sedan 2001.

År	Fjärrkyle- leverans enl Svensk Fjärrvärme, GWh	Fjärrkyle- leverans enl SCB, GWh	Fjärrkyla till lokaler enl SCB, GWh	Elkyla till lokaler enl SCB, GWh	FK+EK till lokaler enl SCB, GWh
2001	427	..	..	..	277
2002	598	610	..	..	414
2003	640	662	..	..	454
2004	622	644	..	..	541
2005	..	705	441	129	560
2006	..	880	475	179	654

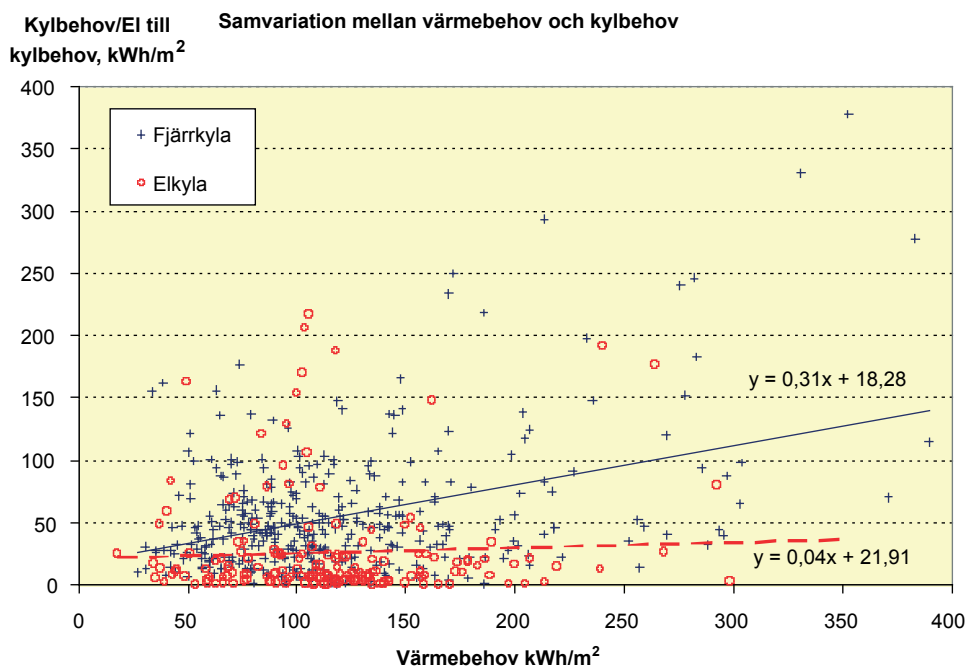
Källor: (Svensk Fjärrvärme 2006) och dess föregångare avseende totala fjärrkyleleveranser, (SCB 2008) och dess föregångare avseende totala fjärrkyleleveranser samt (SCB 2007b) och dess föregångare avseende fjärrkyla och elkyla till lokaler. Dubbelpunkter betyder att värde saknas eller att värde inte har publicerats.

Under 2006 levererades till lokalerna 475 GWh fjärrkyla och 179 GWh el till lokala kylmaskiner med byggnadsytorna 10,6 respektive 7,4 miljoner m². I förhållande till totalytan 130,7 miljoner m², så ger detta marknadsandelarna 8 % för fjärrkyla och 6 % för elkyla. D.v.s. att fjärrkylan redan skulle dominera över elkylan i lokalerna.

Den specifika kylanvändningen var 45 kWh/m² för fjärrkyla och 24 kWh/m² el till elkyla. Observera att man inte kan jämföra dessa två specifika användningar, då fjärrkylan avser nettobehov (motsvarande till leverans efter en kylmaskin) och el till elkyla avser tillförsel före kylmaskin. Om man antar att specifika kylbehov är lika för fjärrkyla och elkyla, så kan de två specifika användningsvärden användas till att skatta kylfaktorn för lokal elkyla till 1,9. Av Figur 35 framgår att det finns en betydande variation mellan olika byggnaders kylanvändning. Ett typiskt fel för hög kylanvändning är att börvärdena i reglersystemen för värme och kyla är felaktigt ställda i förhållande till varandra så att byggnaderna värms och kyla samtidigt. Enligt Figur 36 så förekommer det också för några procent av de fjärrkylade lokalerna att värme- och kylanvändningen samtidigt är höga. Problemet finns således, men är inte så vanligt.



Figur 35. Användning av fjärrkyla och elkyla för olika byggår. Urval: Användning under 400 kWh/m² och byggår efter 1929. Antal objekt är 292 avseende fjärrkyla och 158 avseende elkyla.



Figur 36. Samvariation mellan värmebehov och kylbehov. All användning under 400 kWh/m². Antal objekt är 390 avseende fjärrkyla och 173 avseende elkyla.

VATTENANVÄNDNING

Enkäterna för 2006 innehöll för första gången frågor om den totala vattenanvändningen och dess varmvattenandel för både flerbostadshus och lokaler. Svarsfrekvenserna avseende vattenanvändning var höga: 94 % av andel byggnadsyta för flerbostadshusen och 88 % för lokalerna. I Tabell 8 ges sammanfattande information om svaren från enkäterna. Totalsummorna är rimliga i förhållande till den nationella vattenanvändningsstatistiken som redovisas i (SCD 2007d). Den ytspecifika vattenanvändningen är tydligen drygt dubbelt så stor i flerbostadshusen jämfört med lokalerna. Den ytspecifika vattenanvändningen för alla bostäder kan skattas till 1,3 m³ vatten per m² bostadsyta, baserat på vattenanvändningen 561 miljoner m³ under 2005 och byggnadsytan 425 miljoner m². Det betyder att den ytspecifika vattenanvändningen är lägre i småhus än i flerbostadshus.

Tabell 8. Sammanfattande information om vattenanvändning i enkäterna för 2006.

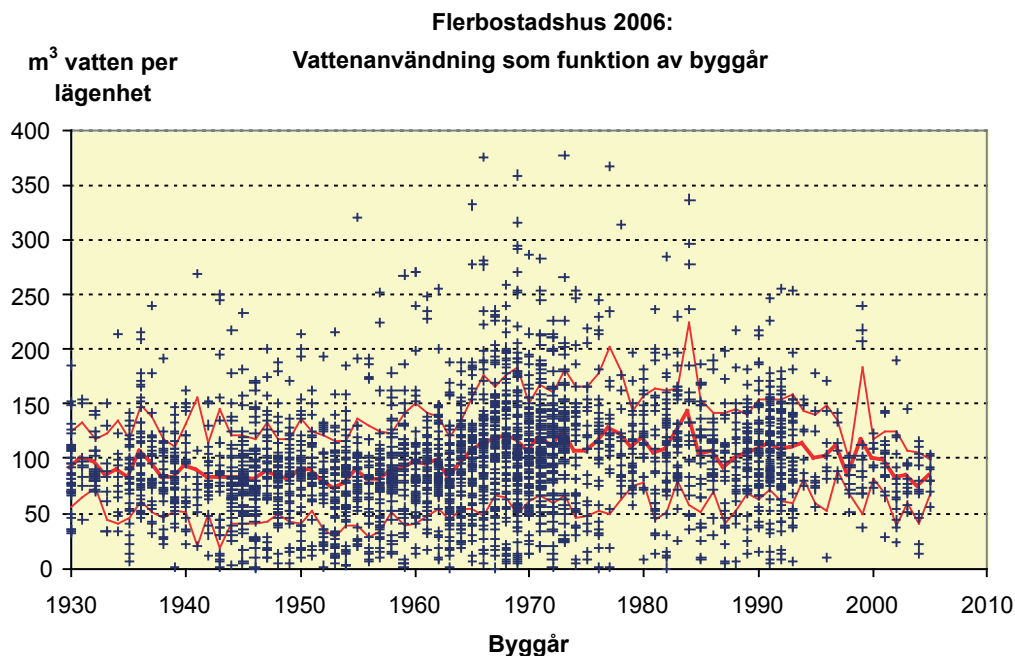
	Flerbostadshus	Lokaler	Totalt
Uppräknad byggnadsyta med uppgiven vattenanvändning, Mm ²	167,7	114,7	282,3
Motsvarande vattenanvändning, Mm ³	260,5	86,0	346,5
Andel av total yta	94%	88%	91%
m ³ vattenanvändning per m ² byggnadsyta	1,55	0,75	1,23
Total uppräknad byggnadsyta för Sverige, Mm ²	179,3	130,7	310,0
Skattad total vattenanvändning för Sverige, Mm ³	278,6	98,0	376,5

Statistikunderlagen från enkätsvaren ger en möjlighet att analysera vissa aspekter på värme till varmvattenberedning som kan ge svar på forskningsfrågorna 13 och 14.

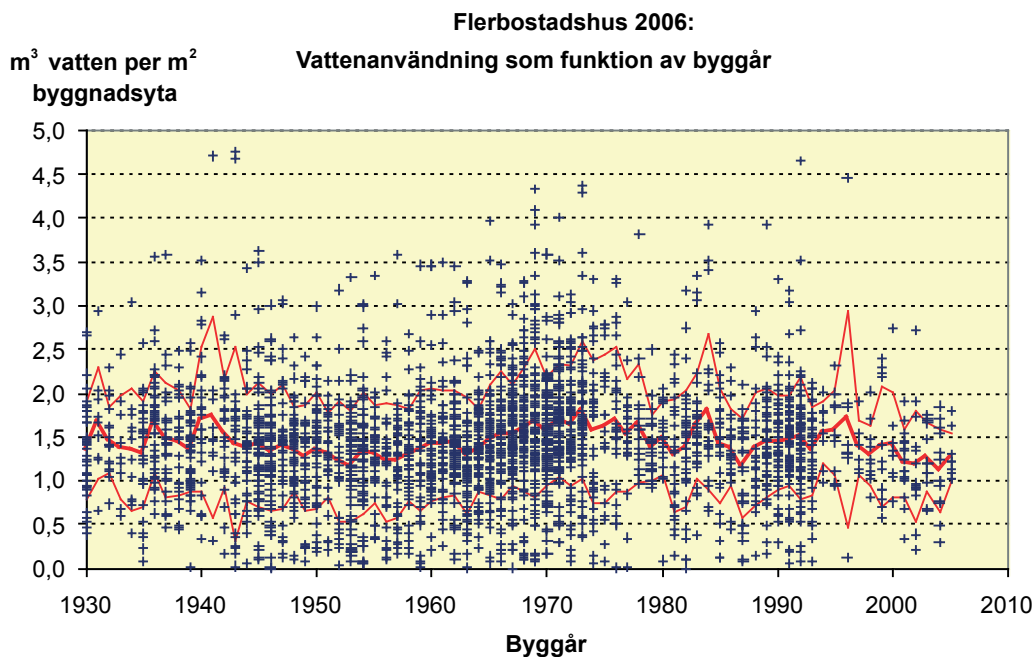
Byggår

Snålspolande armaturer används numera i stor utsträckning för vattenkranar och duschmunstycken. Detta ger lägre varmvattenflöden och lägre värmebehov för varmvattenberedning. En naturlig fråga är då: Finns det många äldre vattenslösande armaturer kvar i äldre byggnader? I Figur 37 och Figur 38 redovisas de specifika vattenanvändningarna per lägenhet och per bostadsyta för olika byggår mellan 1930 och 2005. I båda figurerna pendlar de flesta årsmedelvärdena omkring Sverige-medelvärdena 115 m³ per lägenhet eller 1,55 m³/m². Det finns dock en betydande individuell spridning inom varje byggår. Vi kan således inte påvisa att byggnader med tidiga byggår systematiskt har högre specifik kallvattenanvändning.

Vi kan då anta att äldre vattenslösande armaturer har bytts ut i stor utsträckning! För att kvalitetssäkra detta antagande, så redovisas i Tabell 9 en sammanfattning av olika användardata från äldre och nyare undersökningar om kall- och varmvattenanvändningar. Tabellen visar att tidigare kunde den genomsnittliga totala vattenanvändningen ligga på 2,5-3 m³/m², medan den senaste analysen ger nivån 1,4–1,6 m³/m², som ligger i paritet med den specifika vattenanvändningen på 1,55 m³/m² i Tabell 8. Slutsatsen blir då att de flesta av dagens lägenheter har snålspolande armaturer idag, ty äldre årgångar har samma specifika vattenanvändning som yngre årgångar.



Figur 37. Vattenanvändning i m³ vatten per lägenhet vs byggår. Urval: Uppgift finns om byggår och vattenanvändning, minst 90 % bostadsyta, mindre än 5 m³/m² samt byggt efter 1929, vilket gav 2956 objekt.



Figur 38. Vattenanvändning i m³ vatten per m² byggnadsyta. Urval: samma som i föregående figur.

Tabell 9. Sammanfattning av användningsvärden från några olika projekt om varmvattenanvändning i svenska flerbostadshus.

Referens	Total byggnadsyta, m ²	m ³ vatten per m ² byggnadsyta	Varmvattenandel	m ³ varmvatten per m ² yta	Värme till varmvatten, kWh/m ²
BEG 1974, Bollnäs	1788	..	..	1,04	58
BEG 1974, Tensta	2420	..	..	1,09	60
EBU 1975	skattat medel	3,1	30%	0,92	51
Holmberg 1981	768	2,5	38%	0,95	53
Andersson 1983	41154	3,0	27%	0,81	45
VMU 1983	medel av 12 proj	2,0	38%	0,75	42
Harrysson 1997	354000	1,9	..	..	..
Wahlström 2000, före åtgärd	4308	3,9	52%	2,03	113
Wahlström 2000, efter åtgärd	4308	2,0	52%	1,04	58
Hultström 2005	66344	2,5	41%	1,03	57
Dalenbäck 2007, före åtgärd	19000	2,4	..	..	..
Dalenbäck 2007, efter åtgärd	19000	1,6	..	..	..
Sjögren 2007 (E-nyckeln)	100000	1,4	38%	0,54	30
Wahlström 2008	275	0,9	61%	0,54	30
Detta projekt	167700000	1,55	35%	0,54	30

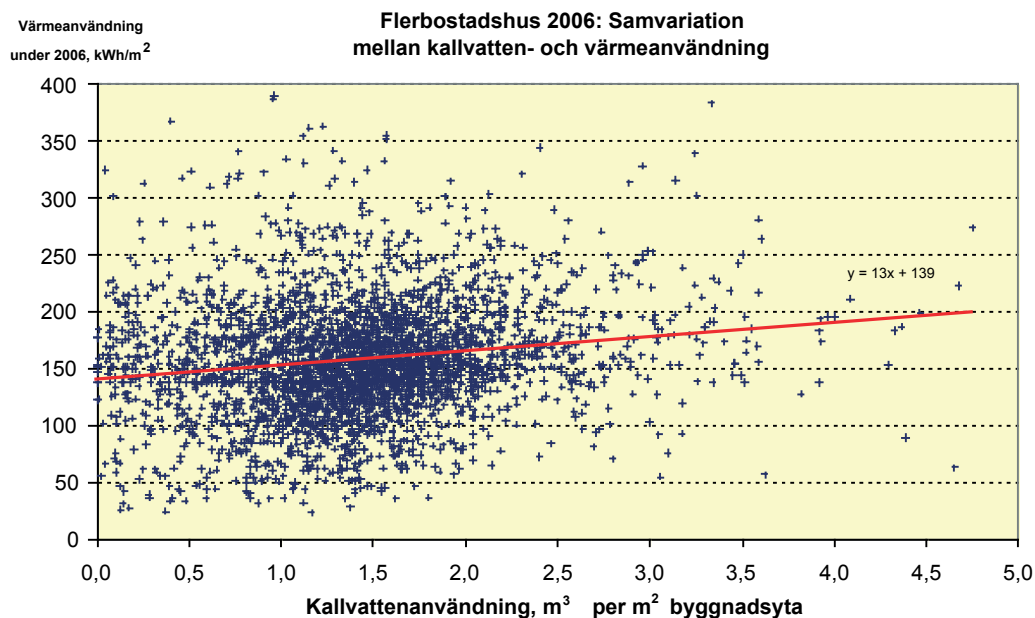
Kommentar: Kolumn med värme till varmvatten är beräknad med en inkommande kallvattentemperatur på 7°C och en utgående varmvattentemperatur på 55°C, vilket ger det specifika värmebehovet för varmvattenberedning till 55,7 kWh per m³ varmvatten.

Samvariation mellan kallvatten- och värmeanvändning

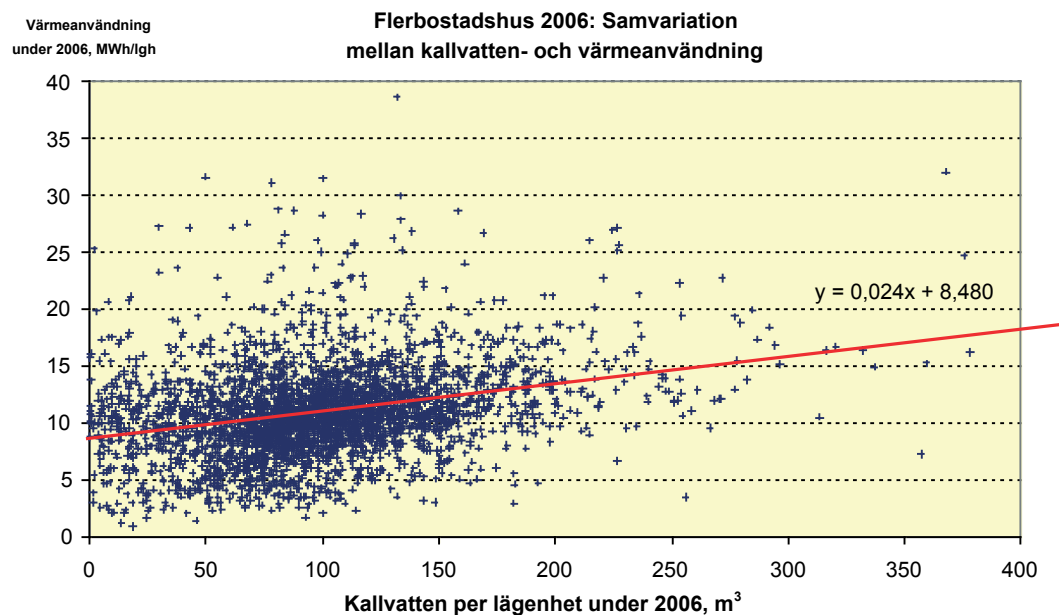
Genom att analysera samvariationen mellan värmeanvändningen och den totala kallvattenanvändningen kan andelen varmvatten av den totala vattenanvändningen skattas. Metoden har tidigare använts av (Gaunt 1985) för småhus. Genom att anpassa en rät linje till samvariationen så kan värmeanvändningen per använt vatten utläsas från koefficienten i räta linjens ekvation. Varmvattenandelen erhålls sedan genom att dividera koefficienten med det specifika värmebehovet för varmvattenberedning enligt ovanstående kommentar till Tabell 9. Metoden mäter helt enkelt av andelen vattenanvändning som också ger värmeanvändning, dvs. varmvattenberedningen.

I Figur 39 - Figur 42 återfinns fyra olika samvariationer mellan värme- och vattenanvändningar från SCB:s statistikunderlag. För flerbostadshus blir skattningarna 13/55,7 = 23 % och 24/55,7 = 43 % beroende på hur skattningen genomförs. Båda skattningarna, men speciellt den första, är dock osäkra pga. den stora individuella variationen i både värme- och vattenanvändning. Både skattningarna ligger dock nära de varmvattenandelar som återfinns i Tabell 9. För lokaler blir skattningen 29/55,7 = 52 % och för hotell 28/55,7 = 50 %. Denna skattning för hotell ligger betydligt över de tre individuella varmvattenandelar på 33, 29 och 35 % för hotell, som kan erhållas ur (Petersson m fl 2004).

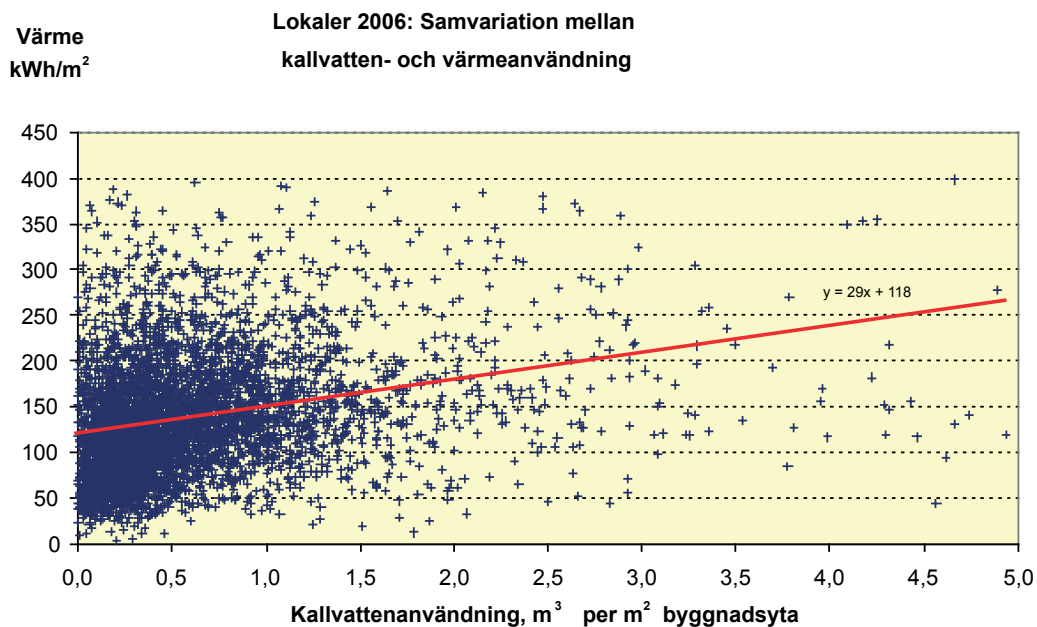
De flesta skattningarna från tabellen och figurerna ligger dock över den tumregel från 70-talet som sa att 30 % av kallvattnet blev varmvatten. En högre varmvattenandel än tidigare måste betyda att snålspolande armaturer har sänkt den rena kallvattenanvändningen mer än varmvattenanvändningen. Det ser också ut som att den ytspecifika varmvattenanvändningen har nästan halverats på 35 år, om man bortser från de två höganvändande områdena i Wahlström 2000 och Hultström 2005. Orsaken till nedgången kan vara ett genomslag av snålspolande armaturer, men det kan även finnas andra bidragande orsaker.



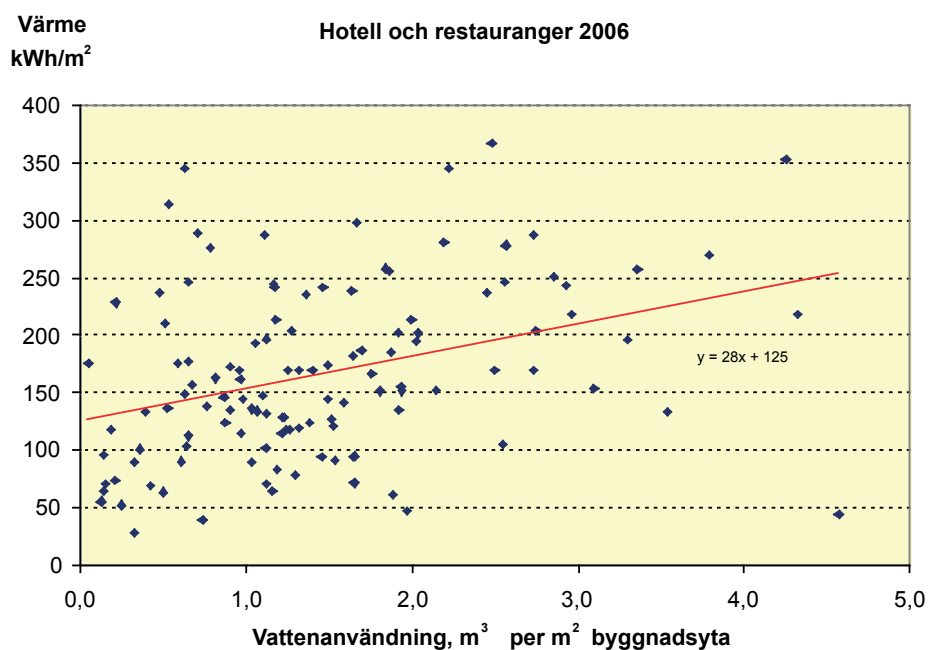
Figur 39. Samvariation mellan ytspecifik kallvatten- och värmeanvändning för flerbostadshus. Urval: Rapporterad kallvattenanvändning, minst 90 % bostadsyta, högst 400 kWh/m² och högst 5 m³/m², vilket gav 3405 objekt.



Figur 40. Samvariation mellan lägenhetsspecifik kallvatten- och värmeanvändning för flerbostadshus. Urval: Samma som för föregående figur.



Figur 41. Samvariation mellan ytspecifik kallvatten- och värmeanvändning för lokaler. Urval: Rapporterad kallvattenanvändning, högst 400 kWh/m² och högst 5 m³/m², vilket gav 4841 objekt.



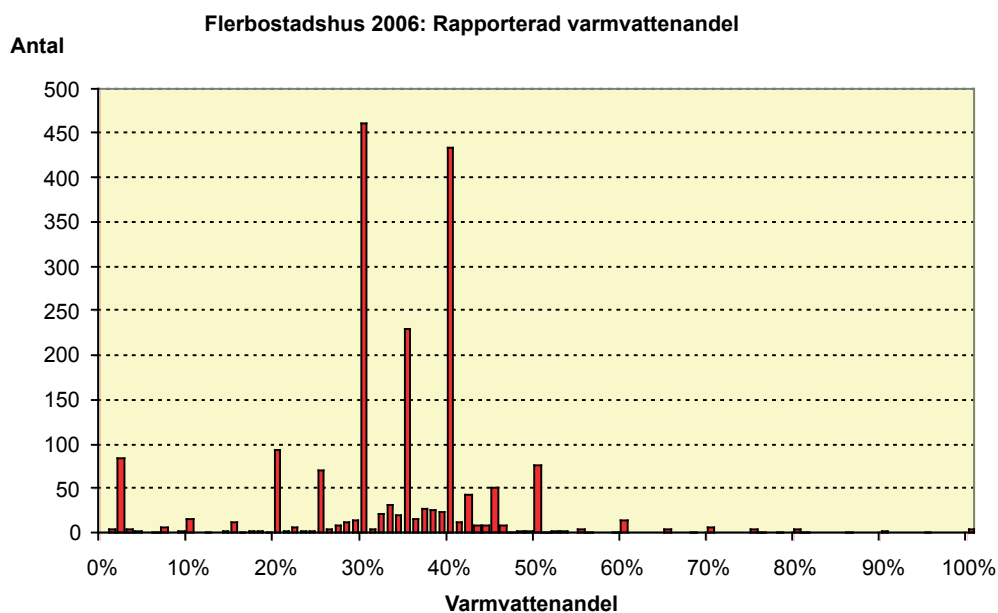
Figur 42. Samvariation mellan ytspecifik kallvatten- och värmeanvändning för hotell och restauranger. Urval: Rapporterad kallvattenanvändning, högst 400 kWh/m² och högst 5 m³/m², vilket gav 121 objekt.

Varmvattenandel

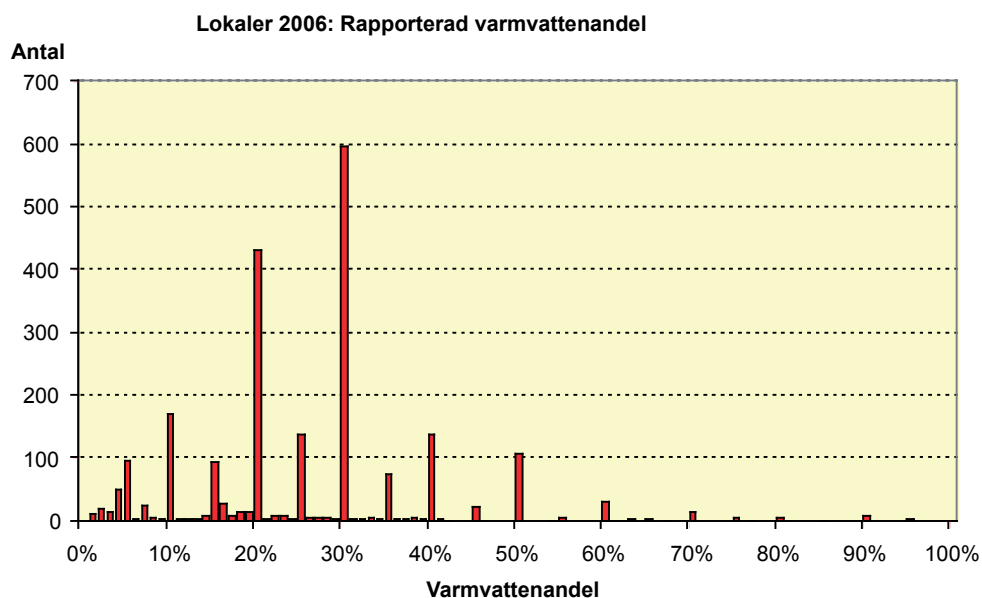
Enkäterna innehåller även en fråga om kallvattnets varmvattenandel. Då dessa flöden av kallvatten som ska bli varmvatten sällan mäts, så speglar svaren mer förvaltarnas uppfattningar än den verkliga varmvattenandelen.

För flerbostadshusen redovisas rapporterad varmvattenandel i Figur 43, medan motsvarande andelar för lokalerna redovisas i Figur 44. Det är tydligt att man har uppgivit en andel i steg om 5 procentenheter om man inte har mätt varmvattenandelen. Rapporterande andelar som avviker från dessa steg kan antas vara mätta andelar. För flerbostadshusen ligger de oftast mellan 25 % och 45 %, vilket väl ansluter till varmvattenandelarna i Tabell 9. För alla rapporterade andelar är det volymviktade medelvärdet 35 %, medan antalsmedelvärdet är 34 %.

För lokalerna är de mätta andelarna inte lika tydliga i figuren. För alla rapporterade andelar är det volymviktade medelvärdet 14 %, medan antalsmedelvärdet är 26 %. Detta indikerar att förvaltare för stora byggnader rapporterar lägre varmvattenandelar än övriga.



Figur 43. Rapporterad varmvattenandel för flerbostadshus. Urval: Alla som rapporterat en varmvattenandel, vilket gav 1941 objekt.



Figur 44. Rapporterad varmvattenandel för lokaler. Urval: Alla som rapporterat en varmvattenandel, 2246 objekt.

SVAR PÅ DE 14 FORSKNINGSFRÅGORNA

Utifrån våra analyser av SCB:s enkätunderlag kan vi ge följande svar på de 14 forskningsfrågorna:

1. Hur mycket el drar byggnader i förhållande till värmeanvändningen?
Svar: Det kan vi inte svara på, då underlaget inte var helt tillförlitligt med avseende på elanvändning. Vi avstod därför att analysera denna fråga. Från nationell energistatistik är det dock väl känt att lokaler använder mer driftel än bostäder.
2. Vilken fördelning finns för de specifika värmebehoven idag?
Svar: Andelen höganvändare är lika stor för flerbostadshus och lokaler (drygt 10 %), medan andelen låganvändare är högre bland lokalerna (30 % jämfört med 10 % för flerbostadshusen).
3. Hur inverkar klimatet på hur de specifika värmebehoven varierar?
Svar: Klimatets inverkan på värmeanvändningen är betydligt mindre än den individuella variationen inom samma klimatområde.
4. Vilken inverkan har byggåret på värmeanvändningen?
Svar: Hus byggda efter 1980 har en systematiskt lägre värmeanvändning. I övrigt finns inga större skillnader mellan byggårens medelvärden.
5. Vilka ventilationssystem finns installerade?
Svar: I flerbostadshusen dominerar frånluftssystemen, medan FTX dominerar bland lokalerna.
6. Hur varierar värmeanvändningen med installerade ventilationssystem?
Svar: Byggnader med FTX-system har generellt lägre värmeanvändning än byggnader med andra ventilationssystem. Men en del av denna fördel kan tillskrivas att FTX-system ofta finns i byggnader som har bättre klimatskal, dvs. byggda efter 1980. Därför har vi utfört en mer detaljerad analys på vilken reduktion som FTX verkligen ger.
7. Vilken reduktion av värmeanvändningen ger FTX upphov till?
Svar: Nyttan av enbart FTX har skattats till drygt 11 kWh/m² för flerbostadshus och 16 kWh/m² för lokaler. Detta indikerar att värmeåtervinningen är ganska dålig i flerbostadshus med genomsnittliga verkningsgrader på 20-30%. I lokaler erhålls en högre verkningsgrad: runt 50 % i snitt.
8. I vilken utsträckning har energibesparande åtgärder genomförts i byggnadsbeståndet?
Svar: Under perioden 1995 till 2005 uppges att energibesparande åtgärder har genomförts i 32 % av flerbostadshusen och 28 % av lokalerna.

9. Vilken användningsnivå har de byggnader, vari energibesparande åtgärder har genomförts under perioden 1995-2005?
Svar: Generellt ligger de specifika värmeanvändningarna på eller strax under medelvärdena för de som ej utfört åtgärder. Detta betyder att de som genomförde åtgärder under perioden 1995 till 2005 snarare var eftersläntrare än pionjärer. Alternativt gav åtgärderna inte tillräckligt starka förändringar.
10. Vilken värmeanvändning har byggnader som har flera olika typer av värmeförsörjning?
Svar: Samdrift mellan fjärrvärme och el dominerar, där el i stor utsträckning går till värmepumpar. Det är vanligast att frånluftsvärmepumpar används i flerbostadshusens samdrift, medan inslaget av bergvärme- och uteluftvärmepumpar är betydande i lokalerna.
11. Vad kännetecknar hög- och låganvändare av värme?
Svar: Typiska höganvändare var byggnader i Västmanlands och Norrbottens län, bränsleanvändare, viss samdrift med el, kommunala lokaler samt liten fastighetsstorlek. Typiska låganvändare var byggnader i Halland, värmepumpar (men det berodde på metodfelet att enbart tillförd el användes som mått på energitillförsel), statliga lokaler samt stora fastighetsstorlekar.
12. Vilka kylbehov finns idag och vilken är förekomsten av komfortkyla?
Svar: När kyla används, så är användningen runt 45 kWh/m², men det finns en stor spridning. Kyla används för 14 % av lokalytan, medan användning av kyla i flerbostadshus är försumbar.
13. Varierar vattenanvändningen med byggår?
Svar: Nej, för olika byggår pendlar vattenanvändningen per bostadsyta runt det totala medelvärdet på 1,55 m³/m². Vi kan således generellt inte säga att snålspolande armaturer systematiskt ger lägre vattenåtgång i sena årgångar. Resultatet kan antyda att snålspolande armaturer även har installerats vid renoveringar av äldre årgångar.
14. Hur betydelsefull är varmvattenanvändningen i byggnadernas värmebehov?
Svar: Våra analyser pekar på att dagens varmvattenbehov motsvarar en värmeanvändning på 30 kWh/m². Denna nivå motsvarar en reduktion med mellan en tredjedel och en halvering på 30 år.

SLUTSATSER OCH FÖRSLAG

Avslutningsvis ger vi här en summering av våra slutsatser med förslag på uppföljningar och åtgärder.

Betydande individuell variation

Den övergripande slutsatsen från detta projekt är att de individuella variationerna i värmeanvändning är betydligt större än de systematiska orsakerna som klimat, byggår, ventilationssystem, värmeförlust, ägarkategori, byggnadsstorlek och besparingsåtgärder. Det är ju häpnadsväckande att klimatvariationen mellan norra och södra Sverige försvinner i den individuella variationen. Detta betyder att det alltid gäller att hitta rätt åtgärd till rätt hus. Det finns i stort sett ingen given verktygslåda för att sänka värmeanvändningen i flerbostadshus och lokaler. Detta innebär att det inte finns några nationella standardlösningar att tillämpa för sänka värmeanvändningen i byggnader. Det gäller att göra individuella analyser och sedan genomföra lämpliga åtgärder. Detta betyder att transaktionskostnaderna blir högre än om det hade funnits enkla standardlösningar.

Förslag: Det finns ett behov av en mer omfattande analys till varför vissa byggnader har specifik värmeanvändning på över 200 kWh/m², som vi definierat som en gräns för höganvändare. Beror det på höga luftomsättningar eller extremt dåliga klimatskal? Eller om det är fråga om felaktigt rapporterade bostads- och lokalytor?

Systematiska orsaker

Även om den individuella variationen dominerar, så kan vi översiktligt göra följande generaliseringar om hög- och låganvändare: Typiska höganvändare var byggnader i Västmanlands och Norrbottens län, bränsleanvändare, viss samdrift med el, kommunala lokaler samt liten fastighetsstorlek. Typiska låganvändare var byggnader i Halland, värmepumpar (men det berodde främst på metodfelet att enbart tillförd el användes som mått på energitillförsel), statliga lokaler samt stora fastighetsstorlekar.

Miljonprogrammet framförs ofta som en betydande systematisk orsak till en hög värmeanvändning i svenska byggnader. Vi har inte hittat några belägg för detta påstående. Miljonprogrammets specifika värmeanvändningar är således i medeltal inte så dåliga som det hävdas i debatten.

Våra slutsatser visar också att installationssektorn har problem med att installera FTX i flerbostadshus, så att höga verkningsgrader kan upprätthållas i drift. Vår analys pekar ju på att installerade FTX-aggregat i flerbostadshus bara har verkningsgrader på 20-30%.

Förslag: Det är uppenbart att det behövs ett nationellt mät- och analysprojekt som tar reda på de verkliga orsakerna till varför värmeåtervinningen i FTX-systemen inte fungerar som förväntat i flerbostadshus.

Behov av lokal energimätning

Att mäta är att veta det aktuella läget. Brist på regelbunden energimätning ger otillräcklig information om användningen av el och värme. Detta gäller dels hur el används inom byggnaderna för olika ändamål och dels hur mycket värme som värmepumpar producerar inom byggnaderna. Det är uppenbart att det finns ett uppdämt behov av

mer decentraliserad el- och värmemätning. Detta gäller i synnerhet el för uppvärmning av badrumsgolv.

Förslag: Inför mer lokal mätning av el som används för värmeändamål. För alla värmepumpar bör också producerad värme mätas. Allt vatten som ska bli varmvatten bör också volymmätas. Ett rimligt krav är att alla nytillverkade värmepumpar utrustas med el- och värmemätare, så att värmepumparnas framtida effektivitet kan övervakas och mätas.

Metoder att hitta ineffektiv uppvärmning

Energideklaration av byggnader har införts på Europa-nivå som en generell metod för att hitta ineffektiv byggnadsuppvärmning. I Sverige har vi genom fjärrvärmens dominans en fördel jämfört med andra länder i Europa: Fjärrvärme bygger på att leveranserna kontinuerligt mäts som underlag till fakturor. Jämfört med specialistkrävande energideklarationer, så är det troligtvis en mer kostnadseffektiv metod att hitta ineffektiv uppvärmning genom att leta fjärrvärmeföretagens kundregister.

Förslag: Fjärrvärmeföretagen kan hjälpa sina kunder att identifiera sig som hög- eller låganvändare, om kundregistren systematiskt kompletteras med uppgifter om bostads- och lokalytor. Värmeanvändningen över nivån 150 kWh/m² stod enbart för 13 % bland flerbostadshusen och 14 % bland lokalerna under 2006. Eliminering av fjärrvärmens höganvändare skulle således ge en begränsad reduktion av de totala värmeleveranserna.

Konsekvenser för framtida användning av fjärrvärme

Det finns således en betydande potential för sänkning av värmeanvändning i existerande flerbostadshus och lokaler genom åtgärder hos höganvändare och de mellan användare som ligger högt. Nya byggnader har systematiskt lägre värmebehov än befintliga och internationellt sett har vi en låg nybyggnadsnivå i Sverige. Dessutom har fjärrvärmen höga marknadsandelar inom flerbostadshus och lokaler. Sammantaget innebär detta att fjärrvärmesystemen har svårt att kompensera en totalt lägre försäljning med en ökad anslutning av traditionella kunder. Om försäljningen ska hållas uppe måste fjärrvärmeföretagen hitta mer otraditionella kunder på värmemarknaden. Till detta vill vi dock återkomma till i annat forskningsprojekt.

Vi vill slutligen fastslå att effektivisering av byggnaders värmebehov troligen kommer att vara den dominerande konkurrensutsättningen av fjärrvärme i framtiden.

REFERENSER

- Ahnland R 2007, FTX-lösning på väg tillbaka. Energimagasinet 28(2007):5, 30-32.
- Andersson H 1983, Varmvattenmätning i bostadsområde. Examensarbete E30:1983, Chalmers, avd för installationsteknik.
- BEG 1974, Energianvändning i byggnader. Byggnadsenergigruppen, Byggeforskningen rapport R10:1974.
- Boverket 2003, Bättre koll på underhåll. Karlskrona, oktober 2003.
- Dalenbäck J-O 2007, TREES, Section 3 Case studies, 3.1 Gårdsten Sweden. IEE-project.
- EBU 1975, Energiberedskap för kristid. Energiberedskapsutredningen, SOU 1975:61.
- Everitt M 2007, Ny strategi för energieffektivt byggande. Energi & Miljö 78(2007):11, 80
- Elmroth A 2005, Hur har byggreglerna påverkat energianvändningen? Energi och byggelse. Formas 2005.
- Gaunt L 1985, Bostadsvanor och energi – om vardagsrutinernas inverkan på energiförbrukningen i elvärmda småhus. Meddelande M85:14, Statens institut för byggnadsforskning.
- Harrysson C 1997, Innemiljö och energianvändning i flerbostadshus. Boverket rapport 1997:7.
- Holmberg R 1975, Heat Transfer in Liquid-Coupled Indirect Heat Exchanger Systems. Journal of Heat Transfer – Transactions of ASME serie C 97(1975):4, 499-503.
- Holmberg S 1981, Norrköpingsprojektet – en detaljerad pilotundersökning av hushållens vattenförbrukning. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande M81:5.
- Hultström M m fl 2005. Tappvarmvattenförbrukning i hyreshus. Projektarbete, Energiteknik, KTH.
- Lagerstedt E 1962, Normal eldningsperiod 1931-1960. VVS 33(1962):5, 183-187.
- Nässén J & Holmberg J 2005, Energy Efficiency – a forgotten goal in the Swedish building sector. Energy Policy 33(2005):8, 1037-1051.
- Petersson B-Å 2004, Tillämpad byggnadsfysik. Andra upplagan. Studentlitteratur, Lund.
- Petersson S, Sandberg M, Wahlström Å, Werner S 2004, Tappvarmvattenanvändning på hotell. Svensk Fjärrvärme FoU-rapport 2004:115.
- SABO 2006, Energiförbrukning i nybyggda flerbostadshus – hög förbrukning, fyra slående exempel samt ett gott undantag. Juni 2006.
- SCB 2006, Byggandet. Ombyggnad och rivning av flerbostadshus 2006. Statistiska Meddelanden BO21SM 0701.

SCB 2007a, Energistatistik för flerbostadshus 2006. Statistiska Meddelanden EN16SM0702.

SCB 2007b, Energistatistik för lokaler 2006. Statistiska Meddelanden EN16SM0703.

SCB 2007c, Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler. Statistiska Meddelanden EN16SM0704.

SCB 2007d, Vattenuttag och vattenanvändning i Sverige 2005. Statistiska Meddelanden MI27SM0701.

SCB 2008, El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2006. Statistiska Meddelanden EN11SM0801.

Sjögren J-U 2007, Användning av kall- och varmvatten i flerbostadshus. Energi & Miljö 78(2007):11, 71-72.

Svensk Fjärrvärme 2006, Statistik 2004.

Tolstoy N m fl 1993, Bostadsbeståndets tekniska egenskaper. ELIB-rapport nr 6, Forskningsrapport TN:29, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle.

Vidén S 1993, Ombyggnadsbehov i bostadsbeståndet, Fastighetsvärlden nr.6 1993.

VMU 1983, Mätning och debitering av varmvatten. Värmemätningens utredningen, Bostadsdepartementet, Ds Bo 1983:4.

Wahlström Å 2000, Vatten- och energibesparing vid byte av tappvattenarmatur. SP rapport 00ET2 P0 02310, Borås 2000-08-29.

Wahlström Å, Nordman R, Pettersson U 2008, Mätning av kall- och varmvatten i tio hushåll. Stem rapport ER2008:14.

Werner S 1984, The heat load in district heating systems. Doktorsavhandling, Chalmers, Göteborg.

APPENDIX: INFORMATION OM FÖREKOMST AV OLIKA VENTILATIONSSYSTEM UNDER 2006.

Figur 45 och 46 visar hur stor andel yta i flerbostadshus som under 2006 använde olika typer av ventilationssystem uppdelat på byggårsklasser.

Självdragssystem var det ventilationssystem som dominerade i flerbostadshus byggda t.o.m år 1940 där andelen var 54 %. Hus med byggårsklass 1941-60 hade 47 % självdrag men sedan minskade användningen av denna typ av ventilation, och ytandelen där självdragssystem användes under perioden 1971 till 2000 var endast 4-5 %. Flerbostadshus som byggdes efter år 2000 hade en ökad användning av självdragssystem och i hus från perioden 2001 till 2006 var användningen av självdragssystem 7 %.

Användning av förstärkt självdragssystem var som störst i flerbostadshus byggda t.o.m år 1940 med 8 %. Ytandelen i flerbostadshus byggda under senare år varierar mellan 1 % och 6 %.

Frånluftssystem var det ventilationssystem som ökar i flerbostadshus som byggdes efter 1940. Den största användningen av detta system, 68 %, var i flerbostadshus från perioden 1961 till 1980. I hus som byggts 1981-2000 hade användningen av frånluftssystem minskat och andelen FTX-system var det dominerade ventilationssystemet med 44 – 52 %. Hus byggda efter år 2001 hade användningen av FTX-system minskat till 18 %, och det ventilationssystem som användes till störst del i flerbostadshus var frånluftssystem där ytandelen uppgick till 60 %.

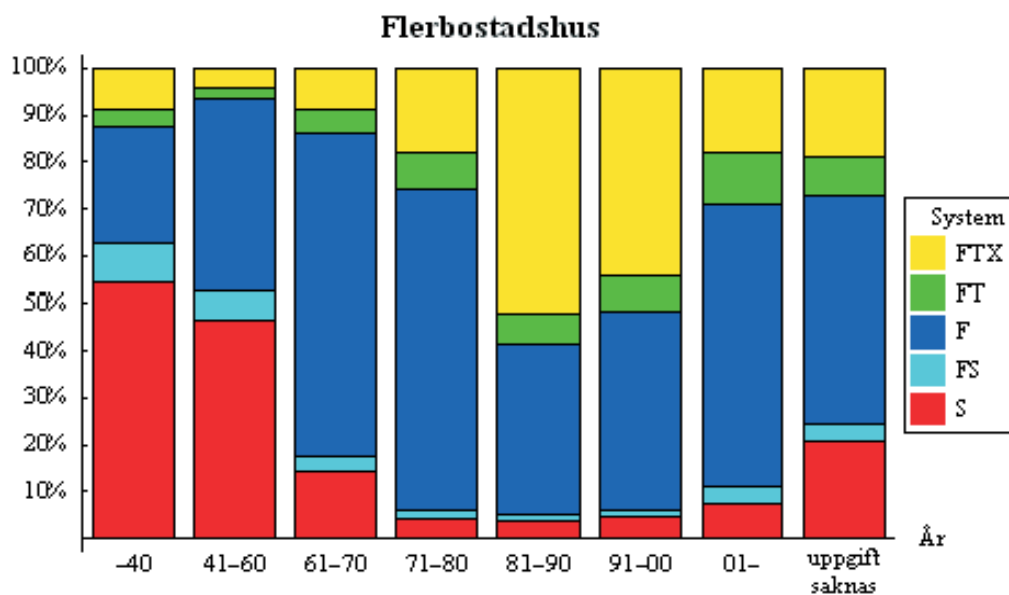
Ventilationssystem med från- och tilluft användes i liten omfattning i flerbostadshus. Som mest var ytandelen 11 % i flerbostadshus som byggdes fr.o.m 2001.

Det dominerande ventilationssystemet oberoende av byggårsklass i lokaler var FTX-system. Ytandelen där detta system användes varierade från 65 – 86 %. En ökad användning hade skett i lokaler fr.o.m 1941, och i lokaler som byggdes 1961-2006 var ytandelen 79-85 %.

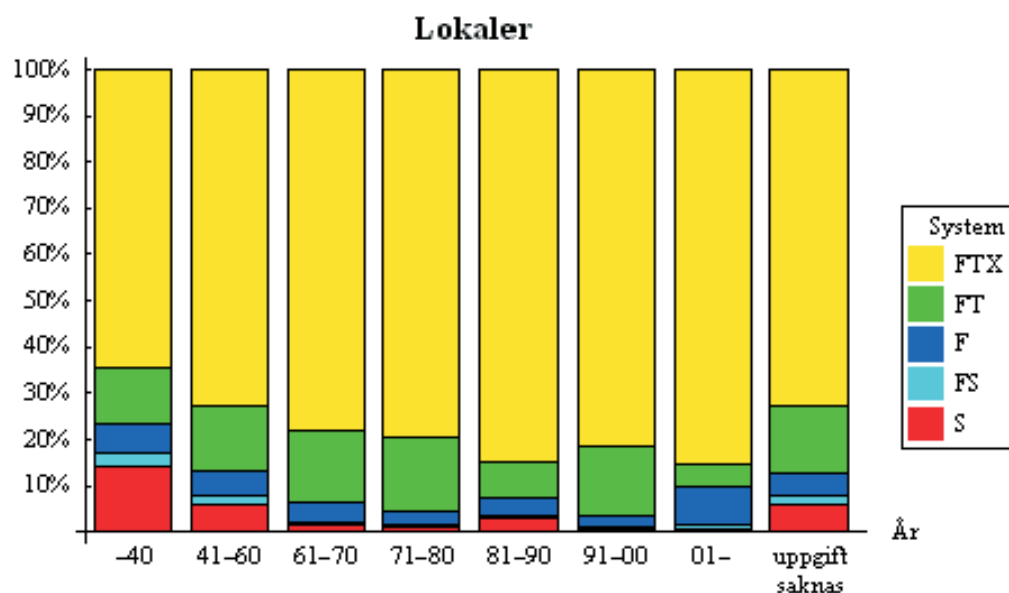
FT-system användes i viss omfattning i lokaler, ca 15 % i lokaler med byggda t.o.m 2001. Efter år 2001 har ytandelen med FT-system minskat till 5 %, och användandet av F-system har ökat något. Ytandelen där F-system användes har tidigare endast varit 2-6 %.

Självdrag användes i mycket liten grad. Lokaler som byggdes t.o.m 1940 var användningen som störst med 13 %.

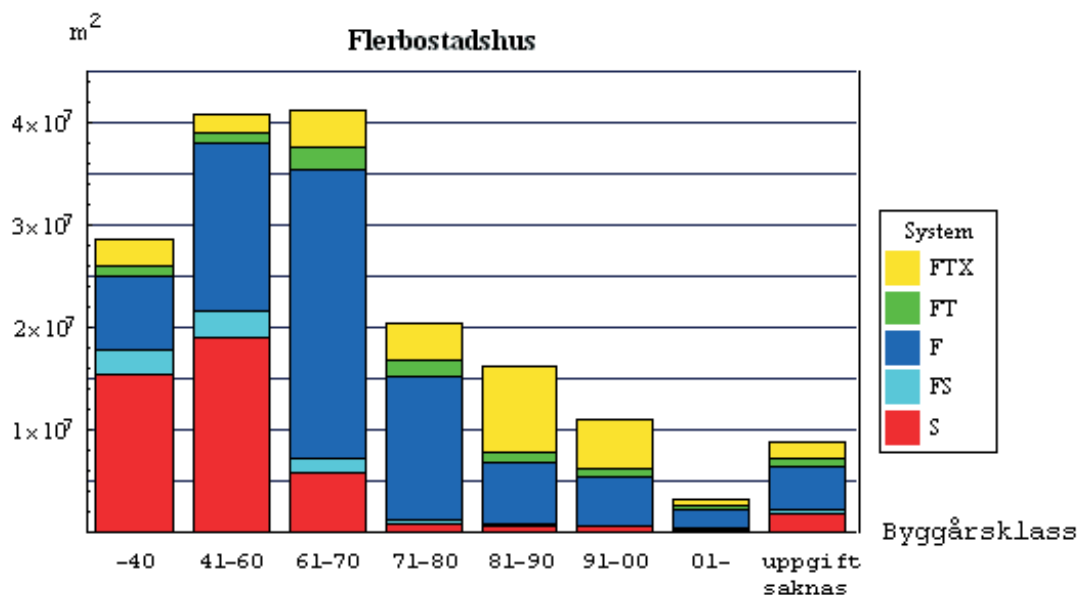
Totalt antal m² byggnadsyta i flerbostadshus och lokaler som år 2006 använde olika typer av ventilationssystem uppdelat på byggårsklass visas i figur 47 och 48. Efterföljande tabeller visar indata till dessa figurer.



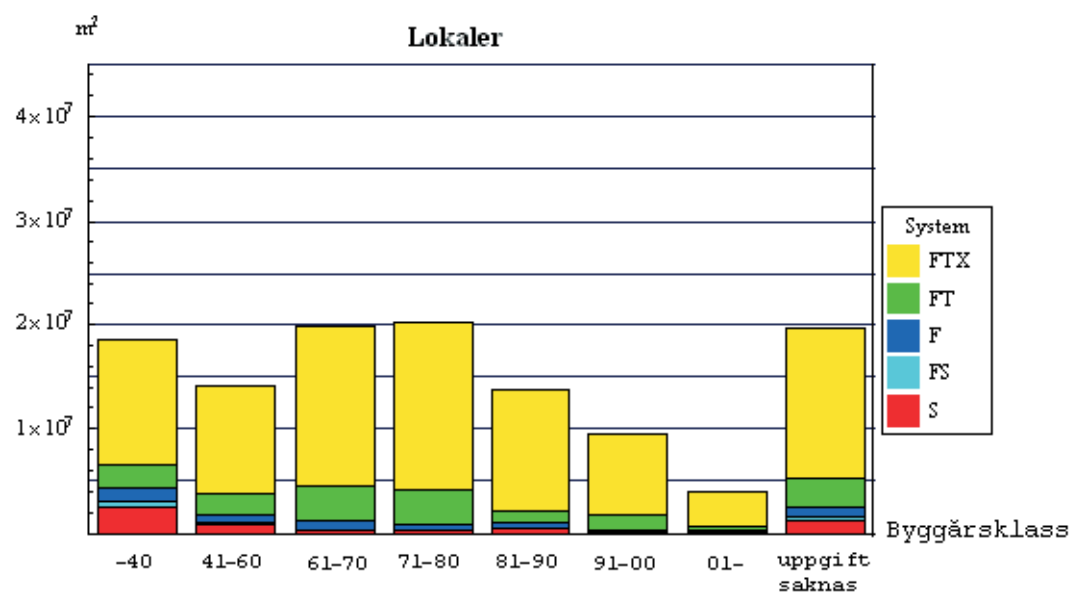
Figur 45. Andel ventilationssystem i flerbostadshus uppdelat på färdigställandeår. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 4907 objekt.



Figur 46. Andel ventilationssystem i lokaler uppdelat på färdigställandeår. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 5262 objekt.



Figur 47. Fördelning av bostadsytor per byggnadsklass och ventilationssystem för flerbostadshus 2006. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 4907 objekt.



Figur 48. Fördelning av lokalytor per byggnadsklass och ventilationssystem för lokaler 2006. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 5262 objekt.

Tabell 10. Fördelning av bostadsytor per byggårsklass och ventilationssystem för flerbostadshus 2006. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 5111 objekt.

Byggårsklass	Ytor milj. m ² Flerbostadshus						
	S	FS	F	FT	FTX	Okänt	Totalt
-40	15.5	2.3	7.3	1.0	2.5	1.5	30.1
41 - 60	19.1	2.5	16.6	1.0	1.7	1.7	42.6
61 - 70	5.8	1.4	28.1	2.2	3.6	1.9	43.1
71 - 80	0.8	0.4	14.0	1.6	3.6	1.2	21.6
81 - 90	0.6	0.2	5.9	1.0	8.5	1.0	17.3
91 - 00	0.5	0.1	4.7	0.8	4.9	0.4	11.4
01 -	0.2	0.1	1.9	0.4	0.6	0.2	3.4
Uppgift saknas	1.8	0.3	4.3	0.7	1.6	0.5	9.3
Totalt	44.5 26.1 %	7.3 4.3 %	82.7 48.5 %	8.8 5.2 %	27.0 15.9 %	8.4	178.8

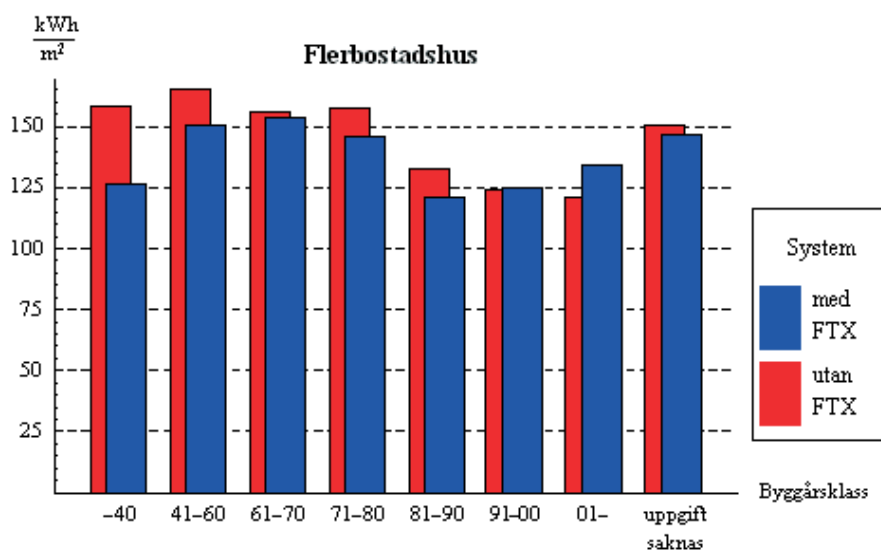
Tabell 11. Fördelning av lokalytor per byggårsklass och ventilationssystem för lokaler 2006. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 6041 objekt.

Byggårsklass	Ytor milj. m ² Lokaler						
	S	FS	F	FT	FTX	Okänt	Totalt
-40	2.6	0.6	1.2	2.3	11.9	1.9	20.4
41 - 60	0.8	0.2	0.8	1.9	10.2	1.2	15.2
61 - 70	0.4	0	0.9	3.2	15.4	1.7	21.6
71 - 80	0.2	0.1	0.6	3.2	16	1.9	22.1
81 - 90	0.4	0.1	0.5	1.1	11.7	1.2	15
91 - 00	0.1	0.1	0.2	1.5	7.7	0.5	9.9
01 -	0	0.1	0.3	0.2	3.3	0.2	4.1
Uppgift saknas	1.1	0.4	0.9	2.9	14.3	1.8	21.5
Totalt	5.6 4.7 %	1.6 1.3 %	5.4 4.5 %	16.2 13.6 %	90.6 75.9 %	10.5	129.9

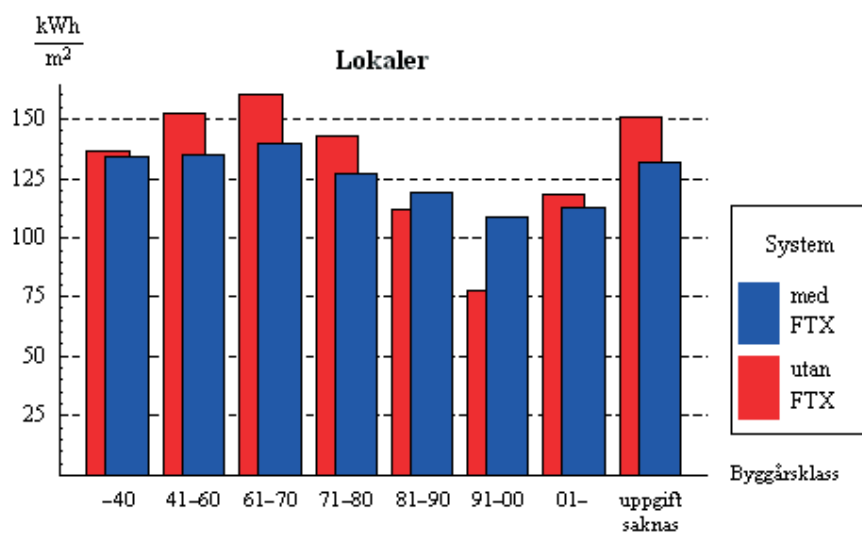
I figur 49 och 50 visas värmeanvändningen i kWh/m² för flerbostadshus och lokaler uppdelat på byggårsklass där byggnader som ventilerades med FTX-system jämförs med byggnader där annan typ av ventilation användes.

I flerbostadshus med byggårsklass 1981 – 1990 användes 52 % av den uppvärmda ytan FTX-system och uppmätt värmeanvändning var i medeltal 124 kWh/m². Detta kan jämföras med flerbostadshus med en annan typ av ventilationssystem där värmeanvändningen var 133 kWh/m². Flerbostadshus som byggdes 1991 – 2000 hade ytandelen 44 %, där FTX – system användes. Värmeanvändningen med FTX är 129 kWh/m² och 127 kWh/m² utan FTX. Hus byggda efter år 2001 använde 18 % FTX-system och medelanvändningen var 133 kWh/m², utan FTX hade medelanvändningen 125 kWh/m² uppmätts.

De lokaler där användningen av FTX- system var ungefär i samma storlek har jämförts. Lokaler med byggårsklass 1961-70 där andelen med FTX är 79 % var värmeanvändningen 137 kWh/m² och utan FTX 160 kWh/m². För byggårsklasserna 1971 till 1980 använde 80 % FTX, och medelanvändningen var 134 kWh/m², utan FTX är motsvarande siffra 145 kWh/m². Byggårsklass 1981- 90 använde FTX i 86 % av lokalytan och värmeanvändningen 123 kWh/m², utan FTX 129 kWh/m². Värmeanvändningen minskade sedan i lokaler med senare byggårsklass både vid användning av FTX och utan. FTX användes till 81 % i lokaler med byggårsklass 1991-2000 och värmeanvändningen med FTX var 119 kWh/m², utan FTX 131 kWh/m². Lokaler som byggdes efter år 2001 använde 85 % FTX och användningen med och utan FTX uppvisade samma värde, 116 kWh/m².



Figur 49. Specifik värmeanvändning för flerbostadshus med och utan FTX-system uppdelat på färdigställandeår. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 681 objekt med FTX-system och 4205 objekt utan FTX-system.



Figur 50. Specifik värmeanvändning för lokaler med och utan FTX-system uppdelat på färdigställandeår. Urval: Specifik värmeanvändning lägre än 400 kWh/m², vilket gav 3682 objekt med FTX-system och 2014 objekt utan FTX-system.



Fjärrsyn – forskning som stärker konkurrenskraften för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för ett hållbart samhälle, till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtida teknik. Programmet drivs av Svensk Fjärrvärme med stöd av Energimyndigheten. Mer information finns på www.svenskfjarrvarme.se/fjarrsyn

VÄRMEANVÄNDNING I FLER- BOSTADSHUS OCH LOKALER

I den här analysen av svensk energistatistik för flerbostadshus och lokaler kommer forskarna fram till att effektivisering av värmebehovet i byggnader troligen kommer att vara det som konkurrerar mest med fjärrvärmeleveranserna i framtiden.

Rapporten visar att det på kort sikt finns en betydande potential för lägre värmeanvändning i svenska flerbostadshus och lokaler. Den visar också att det finns behov av lokal mätning av el till värme och varmvatten, men också av värmeproduktion från värmepumpar. Fjärrvärmeföretagen skulle kunna hjälpa sina kunder att identifiera sig som hög-, mellan- eller lågenergianvändare om kundregistren kompletteras med uppgifter om bostadsyta respektive lokalyta.

Resultaten vänder sig till alla fjärrvärmechefer och produktionsansvariga, men också till personer som arbetar med energitjänster och miljöfrågor i fjärrvärmebranschen.

